ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1944.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES MAURAIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau de l'Académie une brochure intitulée *Le Chanoine Henri Colin*, 1880-1943, compte rendu de la Séance académique consacrée à sa mémoire, le 28 juillet 1943, au Palais des Académies, à Bruxelles, et organisée par l'*Institut belge pour l'amélioration de la Betterave*, la *Société technique et chimique de sucrerie de Belgique* et la *Raffinerie Tirlemontoise*, sous la présidence de M. Lucien Beauduin.

IMMUNOLOGIE. — *Ferment, anaferment d'origine microbienne et antiferment.* Note de M. **Gaston Ramon**.

Nous avons fait connaître ([1]), qu'un ferment tel que la papaïne pouvait être transformé, au moyen du formol et de la chaleur, selon le mode de préparation des anatoxines, des anavenins, des anavirus etc., en *anaferment* capable de provoquer chez le cheval par exemple, auquel on l'injecte, l'apparition d'un *antiferment* que l'on peut déceler dans le sérum sanguin de cet animal. L'antiferment obtenu de cette façon est doué de la propriété de neutraliser spécifiquement le ferment dans sa fonction diastasique qui se traduit par son pouvoir gélatinolytique. Une dose convenable de sérum contenant l'antiferment ajoutée à une solution de papaïne empêche, en effet, l'effet lytique de celle-ci sur la gélatine.

Poursuivant nos recherches, nous avons examiné, du point de vue qui nous intéresse ici, une autre catégorie de ferments : les ferments d'origine microbienne. Nous avons fait choix, pour cette nouvelle étude, d'une diastase élaborée par le bacille du tétanos. Le filtrat (sur bougie de porcelaine) d'une culture du germe tétanique, effectuée dans certaines conditions, renferme on le sait, en dehors du poison ou toxine tétanique une hémolysine et enfin, ce qui est moins connu, une protéase liquéfiant la gélatine ([2]). Comme source de ce

---

([1]) *Comptes rendus*, **217**, 1943, p. 562.

([2]) C'est à notre connaissance Dernby et Walbum qui, les premiers, ont signalé la présence d'une *gélatinase* dans certains filtrats tétaniques (*Biochem. Zeits.*, **138**, 1923, p. 505).

ferment nous avons utilisé les filtrats préparés en grande abondance, pour leur toxine, laquelle sert à préparer l'anatoxine destinée elle-même à la vaccination antitétanique de l'homme et des animaux ([3]).

Nous nous sommes servi dans nos investigations, et plus spécialement dans la recherche et l'évaluation de la propriété gélatinolytique du filtrat tétanique, d'une technique analogue à celle que nous avons employée, pour le même but, dans les essais que nous venons de rappeler et qui concernent la papaïne.

Dans une série de tubes contenant 1^{cm^3} d'une solution de gélatine à 3 % (préalablement stérilisée) amenée à la température de 45°, on ajoute 1^{cm^3} de dilutions de filtrat tétanique à des taux variables : aux 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/8, 1/10 etc., 1/20, 1/30 etc. Après avoir mélangé, on abandonne les tubes à l'étuve à 45° durant 4 heures, puis on porte à la glacière à + 3°. Au bout de quelques heures, on note quelle est la plus petite dilution de filtrat tétanique qui a provoqué, dans ces conditions, la gélatinolyse. Est-ce, par exemple, la dilution au 1/6 ? Nous dirons alors que le filtrat est actif, pour ce qui regarde son pouvoir diastasique, au 1/6, ou, par convention, qu'il renferme 6 unités gélatinolytiques par centimètre cube. Pour les besoins d'autres expériences, nous avons fait intervenir le ferment sur la gélatine durant un temps plus long; le temps d'action ne change pas sensiblement la valeur relative des filtrats en ce qui concerne leur activité enzymatique. Signalons dès maintenant que, pour un même filtrat, son pouvoir gélatinolytique n'est pas en rapport direct avec son pouvoir toxique.

Si l'on fait agir le formol et la chaleur sur le filtrat de culture tétanique dans le but de transformer la toxine qu'il recèle en anatoxine, la propriété diastasique que manifeste ce filtrat s'altère rapidement, de même que la toxicité ([4]). Lorsque la transformation de la toxine en anatoxine est complète, c'est-à-dire lorsque toute trace de poison a disparu, le pouvoir gélatinolytique que présentait le filtrat est, lui aussi, totalement aboli; ajouté à la gélatine, ce dernier ne la liquéfie plus. Mais l'important, du point de vue de l'immunologie, est de savoir si le ferment s'est transformé en un véritable *anaferment* doué *in vivo* du pouvoir antigénique. En d'autres termes, le filtrat tétanique traité comme il vient d'être dit, est-il capable, lorsqu'il est injecté à des animaux, de faire apparaître dans leurs humeurs, en même temps que l'antitoxine, un *antiferment* spécifique ? Pour répondre à cette question, nous avons immunisé des chevaux destinés à la production du sérum antitétanique, au moyen du filtrat de

---

([3]) A l'intérêt direct qui s'attache aux recherches concernant cette protéase comme type d'enzyme d'origine microbienne, s'ajoute celui de pouvoir comparer ces trois éléments : toxine, hémolysine, diastase gélatinolytique, dans leur manière de se comporter à l'égard de certains agents physiques et chimiques, dans leurs réactions immunologiques etc. Cette étude comparative fera l'objet de publications ultérieures.

([4]) Ainsi que l'a constaté dernièrement M. E. Schultze (*Zeits. f. Physik. Chem.*, **274**, 1942, p. 157).

culture tétanique, devenu anatoxique sous l'influence de l'aldéhyde formique et de la chaleur et qui a perdu, sous la même influence, son activité diastasique. Nous avons constaté, en fin d'immunisation, que le sérum de ces animaux, non seulement se montre antitoxique, mais encore qu'il fait preuve de la propriété d'annihiler spécifiquement les effets de l'enzyme gélatinolytique. Cette propriété peut-être décelée de la façon suivante.

On prépare des mélanges composés d'une part, de $0^{cm^3},5$ de filtrat tétanique fraîchement recueilli et non modifié, représentant plusieurs doses gélatinolytiques et, d'autre part, de quantités variables : 1^{cm^3}; 0,75; 0,5; 0,3; 0,20; 0,15; 0,1; 0,075; 0,05; 0,03; 0,020; 0,015; 0,01 etc. de sérum. Après plusieurs heures de contact, à la température ordinaire ou mieux à l'étuve (40°), on verse chacun des mélanges dans un tube contenant 1^{cm^3} de gélatine à 3 % préalablement amenée à la température de 45°. On agite pour bien mêler. Au bout de 4 heures, par exemple, d'exposition à 45°, on porte au frigidaire (+ 3) durant quelques heures. On reconnaît alors que seuls certains mélanges ont provoqué la gélatinolyse, comme dans le tube témoin renfermant la gélatine et le filtrat à l'exclusion de sérum. Dans les autres tubes le sérum a empêché la gélatinolyse. Il suffit, en règle générale, d'une petite quantité, $0^{cm^3},03$, $0^{cm^3},01$ et même parfois moins encore, de sérum pour *neutraliser* dans ces conditions, le ferment gélatinolytique du filtrat tétanique. Cette neutralisation offre certaines particularités que nous aurons à examiner ultérieurement ([5]). La propriété antigélatinolytique de nos sérums est bien spécifique et acquise sous l'effet de l'immunisation des animaux par l'anadiastase tétanique, car le sérum normal de cheval et le sérum d'une autre spécificité (antidiphtérique, antistaphylococcique, antipapaïnique etc.) en sont dépourvus ([6]). Il n'y a pas de relation entre le pouvoir antigélatinolytique et le titre antitoxique des sérums antitétaniques, chacun de ces sérums pouvant posséder une valeur antitoxique relativement faible et un pouvoir antidiastasique élevé et *vice versa*.

On peut mettre en évidence d'une autre manière encore le pouvoir inhibiteur dont font preuve les sérums ainsi obtenus, à l'égard de l'enzyme gélatinolytique du filtrat tétanique. A 1^{cm^3} de gélatine à 3 % on ajoute des volumes variables de sérums 1/3, 1/10, 1/30, 1/100, 1/300, 1/1000 de centimètre cube etc. On additionne ces mélanges d'une dose fixe : $0^{cm^3},5$ de filtrat tétanique actif.

([5]) Il semble bien que cette neutralisation se produise dans l'un des mélanges constituant une zone de floculaton qui, ainsi que nous l'avons signalé il y a longtemps déjà, est située en dehors de la zone de floculation, correspondant à la neutralisation de la toxine tétanique par l'antitoxine spécifique. Des expériences en cours nous permettront sans doute d'être fixés sur ce point.

([6]) Les sérums antitétaniques préparés en immunisant les chevaux d'abord avec le filtrat anatoxique et anadiastasique, puis avec le filtrat non modifié possédant également, cela va sans dire, les propriétés antitoxique et antidiastasique (Voir à ce propos M. E. SCHULTZE, *loc. cit.*).

Après 4 heures d'étuve à 45° et un séjour de 5 à 6 heures à la glacière, il apparaît qu'une quantité aussi minime que 1/100 ou même 1/300 de centimètre cube protège la gélatine contre l'action gélatinolytique du filtrat tétanique.

En résumé, sous l'influence du formol et de la chaleur que l'on fait agir simultanément sur le filtrat de culture tétanique pour faire de la toxine qu'il contient une substance nouvelle : l'anatoxine, dénuée de toxicité et immunisante, le *ferment* gélatinolytique que recèle le même filtrat est transformé en un véritable *anaferment*. Cet anaferment, qui est dépourvu de tout pouvoir enzymatique, jouit bien, nos expériences le prouvent, de la qualité antigénique qui lui permet de faire apparaître un *antiferment* spécifique dans le sérum du cheval auquel on l'injecte, comme l'anatoxine y provoque l'apparition de l'antitoxine tétanique. L'antiferment s'oppose *in vitro* au ferment, il le neutralise et il protège la gélatine contre ses effets diastasiques, de même que l'antitoxine neutralise la toxine et préserve l'animal sensible contre l'intoxication, de même encore, par exemple, que le sérum antiaphteux préparé à l'aide de l'anavirus possède des propriétés neutralisantes et préventives vis-à-vis de l'ultravirus de la fièvre aphteuse ([7]).

Les résultats des présentes recherches joints à ceux acquis précédemment dans des domaines voisins, soulignent les analogies qui, du point de vue de l'immunologie, existent respectivement entre les toxines, anatoxines, antitoxines d'une part, les ferments, anaferments, antiferments d'autre part, certains ultravirus, leurs anavirus et *antivirus*, d'autre part encore. Ils contribuent à nous renseigner sur la nature de ces différents éléments, sur leur mode d'action, sur leurs diverses manifestations.

Ainsi s'étend chaque jour davantage le système immunologique à la base duquel se trouve le principe des anatoxines ([8]).

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Sur les effets possibles de la viscosité d'un solide dans les oscillations rapides de torsion.* Note de M. **Maurice Roy**.

I. La vitesse de déformation d'un arbre vibrant en torsion peut atteindre des valeurs élevées. Si l'on admet que les tensions internes d'un solide classiquement défini sont fonction de cette vitesse de déformation, on peut douer le solide, en outre de son isotropie et de son élasticité, d'une *propriété assimilable à la viscosité d'un liquide*. Bien entendu, le coefficient correspondant μ de Navier sera supposé *très petit* ([1]).

On va indiquer ici les conséquences d'une telle conception pour le cas simple

(7) G. Ramon, E. Lemétayer et P. Minguet, *Comptes rendus*, 215, 1942, pp. 472-480.
(8) G. Ramon, *Vingt années de recherches immunologiques*, Paris, 1943.

(1) On pourrait discuter de la validité de la théorie de la viscosité selon Navier lorsqu'il s'agit, comme ici, de vitesses de déformations élevées.

d'un cylindre (longueur l, rayon R, moment d'inertie axial I, module d'élasticité de torsion G, densité ρ), encastré à son extrémité $x = 0$ et soumis à son autre extrémité $x = l$ à un couple périodique d'excitation

$$C = C_0 + \sum_n C_n \sin(n\omega t + \psi_n),$$

le dit *arbre vibrant en régime* (de pulsation ω).

II. La déformation de torsion $\theta(x, t)$ de la section x, par rapport à l'encastrement $x = 0$, est régie par l'équation aux dérivées partielles du troisième ordre

$$(1) \qquad \rho \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^3 \theta}{\partial t \, \partial x^2},$$

et satisfait aux conditions aux limites

$$\theta(0, t) = 0, \qquad \theta(l, t) = \theta_0 + \sum_n C_n \sin(n\omega t + \varphi_n).$$

Le couple élastique $\Phi(x, t)$ dans la section x est donné par

$$(2) \qquad \Phi = I\left(G \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \frac{\partial^2 \theta}{\partial t \, \partial x}\right).$$

Considérant θ comme développable en série entière de μ, limitable au terme du premier ordre en μ, on retient comme solution de *première approximation* de (1) la fonction θ qui vérifie (1) au deuxième ordre près en μ et qui satisfait exactement aux conditions aux limites. Cette solution approchée est

$$(3) \qquad \theta = \frac{x}{l}\theta_0 + \sum_n \frac{\sin n\zeta x}{\sin n\zeta l}\theta_n \sin(n\omega t + \varphi_n)$$
$$+ \frac{\mu}{2G}\sum_n \frac{n\zeta l \cot n\zeta l \sin n\zeta x - n\zeta x \cos n\zeta x}{\sin n\zeta l} n\omega\theta_n \cos(n\omega t + \varphi_n),$$

avec $\zeta = \omega\sqrt{\rho/G}$.

Lorsqu'on suppose donné le couple d'excitation C et non directement l'oscillation $\theta(l, t)$ de la section $x = l$, les θ_0, θ_n et φ_n s'obtiennent en identifiant l'expression du couple élastique $\Phi(l, t)$ donnée par (2) et (3) pour $x = l$ avec celle de C.

Comme dans le cas du solide non visqueux, θ devient infini pour $\sin n\zeta l = 0$ (sauf si $n\zeta l = 0$), c'est-à-dire pour les harmoniques à pulsation critique ($n\omega = \pm h\pi\sqrt{G/\rho l^2}$; $h = \text{entier} \geq 1$) entraînant *résonance aux ondes de torsion*. En raison de sa petitesse supposée, la viscosité envisagée n'étouffe pas cette résonance, comme on pouvait le prévoir.

Pratiquement on se trouve presque toujours dans le cas où $n\zeta l$ (n limité au rang du dernier harmonique non négligeable) est petit.

L'expression (1) se réduit alors, en première approximation, à

$$(4) \qquad \theta(x, t) = \frac{x}{l}\left[\theta_0 + \sum_n \theta_n \sin(n\omega t + \varphi_n)\right] = \frac{x}{l}\theta(l, t).$$

Toute section x vibre en phase avec la section extrême $x = l$ et sa déformation θ est proportionnelle à x comme si l'inertie et la viscosité de l'arbre n'intervenaient pas.

Mais, par (2) et (4), le couple d'excitation C, identique à $\Phi(l, t)$, a pour expression

$$(5) \qquad C = C_0 + \sum_n C_n \sin(n\omega t + \psi_n) = \frac{IG}{l}\left[\theta_0 + \sum_n \theta_n \sin(n\omega t + \varphi_n)\right] + \frac{I\mu\omega}{l}\sum_n n\theta_n \cos(n\omega t + \varphi_n).$$

Il se compose d'un couple identique au couple de torsion statique pour la torsion instantanée $\theta(l, t)$ et d'un couple dont chaque harmonique est en quadrature avec l'homologue du couple précédent et a une amplitude égale à $I\mu n\omega/G$ fois celle de l'harmonique de même rang de la torsion $\theta(l, t)$. Au total et par comparaison avec la torsion statique, la viscosité μ *déphase* l'harmonique n du couple C de l'avance angulaire $\mu n\omega/G$ par rapport à l'harmonique n de la torsion $\theta(l, t)$.

Ce déphasage est petit comme μ et ne peut servir à une mesure expérimentale de μ.

Mais le travail $\mathcal{T}_\nu$ (en valeur absolue) de la viscosité de l'arbre pendant la période T du régime est

$$(6) \qquad \mathcal{T}_\nu = \int_0^l I\,dx \int_0^T \mu\left(\frac{\partial^2\theta}{\partial x\,\partial t}\right)^2 dt = \pi\frac{I\mu\omega}{l}\sum_n n^2\theta_n^2.$$

Si la torsion est *adiabatique*, l'échauffement Δ *par unité de temps* qu'entraîne cette dissipation d'énergie est, pour un arbre creux et d'épaisseur négligeable (chaleur spécifique C),

$$(7) \qquad \Delta = \frac{\mu\omega^2 R^2}{2\rho C l^2}\sum_n n^2\theta_n^2.$$

III. Même si μ est petit, l'échauffement Δ peut être assez notable pour *permettre une mesure de* μ. Pour fixer les idées, soit un cylindre creux et très mince, de rayon $R = l$, en acier et dont la section $x = l$ serait soumise à une torsion sinusoïdale simple ($n = 1$), de fréquence 3000 par minute et d'amplitude égale à 0,1 radian (5°,7). On aurait alors $\Delta = 0{,}0087\,\mu$ (en unités M.K.S).

Nous n'avons aucune lumière sur la valeur probable de μ pour l'acier, mais si l'on suppose que cette viscosité soit le centième seulement de celle du mercure liquide à 0°, soit $\mu \simeq 1$ (en unités M. K. S), la température de l'arbre thermiquement isolé s'élèverait de 31°,4 C. par heure, valeur qui autoriserait probablement des expériences d'échauffement sur un arbre vibrant en torsion, dans le vide par exemple pour faciliter l'isolement thermique et éviter le frottement d'un fluide ambiant.

De tels échauffements expliqueraient peut-être, à certains régimes vibratoires

des arbres de moteurs, la *détérioration du graissage et certaines avaries de paliers*, en dehors des effets mécaniques bien connus de ces régimes vibratoires.

IV. Dans l'oscillation de torsion d'un volant fixé sur l'extrémité $x = l$ d'un arbre cylindrique soumis au couple extérieur d'excitation C, la viscosité μ introduit un *couple amortissant* $-(I\mu/l).(d\theta/dt)$. Comme μ, ce couple est très petit et ne suffit pas à étouffer la résonance aux pulsations critiques.

V. A titre de curiosité, considérons un *cylindre quart d'onde* (pour lequel $n\zeta l$ est non pas petit, mais égal à $2\pi/4$) dont l'extrémité $x = l$ serait en oscillation simple $\theta(l, t) = \theta_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$.

La solution (3), combinée avec (2), permet alors d'écrire

$$C = \Phi(l, t) = \frac{I\mu\omega\pi^2}{8l}\theta_1 \cos(\omega t + \varphi_1).$$

Un couple d'excitation, *petit* comme μ, entretient alors une oscillation *finie* de l'arbre, en quadrature pour $x = l$ avec C. Ainsi, une tige cylindrique en acier de longueur $l = 0^m,1$ et de rayon $0^m,001$ serait quart d'onde pour une vibration simple à 8110 p:s. Ce régime pourrait être entretenu avec une amplitude de 0,1 radian pour un couple d'excitation sinusoïdal, de même fréquence et d'amplitude (en mkg) égale à $6,3.10^{-11}$ (μ en unités M. K. S, soit 100 si l'acier avait la même viscosité que le mercure liquide à 0°), donc par un couple *quasi infiniment petit.* Avec $\mu = 100$, l'échauffement adiabatique et supposé uniforme de cette tige atteindrait 0°,64 C. par seconde.

ÉLECTIONS.

Par 48 suffrages, M. **Gabriel Bertrand** est désigné pour faire partie des *Commissions administratives* en remplacement de M. *Louis Bouvier*, décédé.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Jean Leray** est élu Correspondant pour la Section de Mécanique en remplacement de M. *Aurel Stodola*, décédé, et M. **Paul Remlinger** est élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie en remplacement de M. *Jean Sabrazès*, décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Georges Champetier. *Les éléments de la Chimie*.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur l'extension de la formule générale d'interpolation de M. Borel aux fonctions aléatoires.* Note de M. **Ky Fan**, transmise par M. Émile Borel.

I. Nous disons qu'une *fonction aléatoire* [1] $X(t)$ est définie sur l'intervalle fermé $(0, 1)$, si à tout point t de l'intervalle correspond une variable aléatoire déterminée $X(t)$, toutes ces variables aléatoires étant définies sur une même catégorie d'épreuves.

Une fonction aléatoire $X(t)$ définie sur $(0, 1)$ est dite *continue en probabilité* [2] en un point t_0 de $(0, 1)$, si à tout nombre positif ε on peut faire correspondre un nombre positif η tel que $|t-t_0|<\eta$ entraîne Prob. $\{|X(t)-X(t_0)|\geqq\varepsilon\}<\varepsilon$.

Soient r un nombre positif et $X(t)$ une fonction aléatoire définie sur $(0, 1)$ telle que, quel que soit le point t de $(0, 1)$, le moment d'ordre r, $\mathfrak{M}|X(t)|^r$, existe. La fonction aléatoire $X(t)$ est dite *continue en moyenne d'ordre r* en un point t_0 de $(0, 1)$, si, pour tout nombre positif ε, on peut déterminer un nombre positif η tel que $|t-t_0|<\eta$ implique $\mathfrak{M}|X(t)-X(t_0)|^r<\varepsilon$.

Théorème A. — *On peut former, une fois pour toutes, des polynomes certains* [3] $P_{m,n}(t)$ $(0\leqq m\leqq n;\ n=1, 2, 3, \ldots)$ *qui jouissent des deux propriétés suivantes :*

1° *Si* $X(t)$ *est une fonction aléatoire définie et continue en probabilité sur l'intervalle fermé* $(0, 1)$ *et si la valeur moyenne de* $|X(t)|$ *est bornée*

$$\mathfrak{M}|X(t)|<C, \quad \text{constante finie } (0\leqq t\leqq 1),$$

on a alors, quel que soit le nombre positif ε,

$$\lim_{n\to\infty} \text{Prob.}\left\{\left|X(t)-\sum_{m=0}^{n} X\left(\frac{m}{n}\right)\cdot P_{m,n}(t)\right|<\varepsilon\right\}=1$$

avec convergence uniforme sur $(0, 1)$.

2° *Pour toute fonction aléatoire* $X(t)$, *définie et continue en moyenne d'ordre* $r (r\geqq 1)$ *sur* $(0, 1)$, *on a*

$$\lim_{n\to\infty} \mathfrak{M}\left|X(t)-\sum_{m=0}^{n} X\left(\frac{m}{n}\right)\cdot P_{m,n}(t)\right|^r=0$$

et cela uniformément sur $(0, 1)$.

---

(1) A. Kolmogoroff, *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung*, Berlin, 1933, p. 39.

(2) C'est ce qu'on appelle souvent *stochastiquement continue* selon la terminologie de Slutsky.

(3) C'est-à-dire des polynomes au sens ordinaire n'ayant aucun rapport avec le hasard. De même, nous appellerons dans la suite *fonctions certaines* les fonctions au sens ordinaire.

Ce théorème est une extension de la formule générale d'interpolation de M. Borel, qu'il a obtenue pour les fonctions certaines, continues au sens ordinaire sur (0, 1) ([4]). Dans le cas particulier où, pour tout point t de (0, 1), la variable aléatoire correspondant à t est un nombre certain, notre théorème se réduira à celui de M. Borel.

L'expression

$$\sum_{m=0}^{n} X\left(\frac{m}{n}\right) \cdot P_{m,n}(t)$$

est un polynome en t, dont les coefficients sont des variables aléatoires. On peut donc l'appeler *polynome aléatoire* et énoncer les deux corollaires suivants :

Soit $X(t)$ *une fonction aléatoire définie et continue en probabilité sur* (0, 1). *Si la valeur moyenne de* $|X(t)|$ *est bornée* sur (0, 1), $X(t)$ *est limite uniforme d'une suite de polynomes aléatoires, la limite étant prise au sens de la convergence en probabilité* ([5]).

Toute fonction aléatoire définie et continue en moyenne d'ordre r $(r \geqq 1)$ *sur* (0, 1) *est limite uniforme d'une suite de polynomes aléatoires, la limite étant prise au sens de la convergence en moyenne d'ordre* r ([5]).

II. Soit $f(x)$ une fonction certaine, non négative, non décroissante, définie pour $0 \leqq x < +\infty$ et vérifiant la condition suivante : il existe un nombre positif B tel que l'on ait $f(x_1+x_2) \leqq B.[f(x_1)+f(x_2)]$, quels que soient deux nombres non négatifs x_1 et x_2.

Soit $X(t)$ une fonction aléatoire définie sur (0, 1) et telle que, pour tout point t de (0, 1), la valeur moyenne $\mathfrak{M} f[|X(t)|]$ existe. Sous cette hypothèse $X(t)$ est dite *f-continue en moyenne* en un point t_0 de (0, 1), si à tout nombre positif ε on peut faire correspondre un nombre positif η tel que l'on ait $\mathfrak{M} f[|X(t)-X(t_0)|] < \varepsilon$ pour tout point t de (0, 1) vérifiant $|t-t_0| < \eta$.

THÉORÈME B. — *On peut former, une fois pour toutes, des fonctions certaines* $\varphi_{m,n}(t)$ $(0 \leqq m \leqq n;\ n=1, 2, 3, \ldots)$ *qui sont continues au sens ordinaire sur* (0, 1) *et qui possèdent les deux propriétés suivantes :*

1° *Pour toute fonction aléatoire* $X(t)$, *définie et continue en probabilité sur* (0, 1), *on a, quel que soit le nombre positif* ε,

$$\lim_{n \to \infty} \text{Prob.} \left\{ \left| X(t) - \sum_{m=0}^{n} X\left(\frac{m}{n}\right) \varphi_{m,n}(t) \right| < \varepsilon \right\} = 1$$

avec convergence uniforme sur (0, 1).

([4]) *Leçons sur les fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynomes*, 2e éd., 1928, p. 80.

([5]) M. FRÉCHET, *Recherches théoriques modernes sur la théorie des probabilités*, 1er Livre, Paris, 1937, pp. 164 et 208.

2° *Pour toute fonction aléatoire* $X(t)$, *définie et f-continue en moyenne sur* $(0, 1)$ [$f(x)$ étant une fonction certaine vérifiant les conditions précisées plus haut], *on a, d'une manière uniforme sur* $(0, 1)$,

$$\lim_{n\to\infty} \mathfrak{M} f\left(\left| X(t) - \sum_{m=0}^{n} X\left(\frac{m}{n}\right)\varphi_{m,n}(t)\right|\right) = 0.$$

GÉOMÉTRIE. — *Nouvelles analogies entre le triangle et le tétraèdre.* Note de M. **Victor Thébault**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Soient P_a, P_b, P_c, P_d les projections orthogonales, sur les plans des faces BCD, CDA, DAB, ABC d'un tétraèdre $T \equiv ABCD$, d'un point P de la droite indéfinie OG joignant le centre de la sphère (O) circonscrite au centre de gravité, tel que l'on ait $\overline{OP} : \overline{OG} = k$. On a, en grandeur et en signe,

$$PP_a = \frac{2-k}{4} \cdot AA' + \frac{1-k}{2} \cdot A_1A', \ \ldots,$$

A', B', C', D' étant les pieds des hauteurs AA', ..., de T, A_1, B_1, C_1, D_1 les points où ces hauteurs percent la sphère (O); de sorte que, si $k = 2$, les distances du point Ω de Monge aux faces de T sont

$$A\Omega_a = d_a = \frac{1}{2}\overline{A'A_1}, \qquad d_b = \frac{1}{2}\overline{B'B_1}, \qquad d_c = \frac{1}{2}\overline{C'C_1}, \qquad d_d = \frac{1}{2}\overline{D'D_1}.$$

Dans un tétraèdre T, *le point* Ω *de Monge coïncide donc avec le centre d'homothétie de* T *et du tétraèdre formé par les plans parallèles aux faces menés par les points* A_1, B_1, C_1, D_1 *où les hauteurs percent la sphère circonscrite*. Cette construction du point de Monge contient implicitement une autre analogie avec le triangle : *le volume d'un tétraèdre* T, *où les hauteurs percent la sphère circonscrite en* A_1, B_1, C_1, D_1, *vaut le tiers de celui du solide ayant pour sommets* (A, B, C, D, A_1, B_1, C_1, D_1). Il en résulte que, *dans un tétraèdre, la condition nécessaire et suffisante pour que le point de Monge soit dans le plan d'une face, sur une arête, ou en un sommet, est que le pied de la hauteur issue du sommet opposé, ceux des hauteurs issues des sommets opposés aux faces se coupant suivant l'arête en cause, ou ceux des hauteurs issues des trois autres sommets, soient sur la sphère circonscrite*.

Si Ω est dans le plan ABC, *un plan parallèle au plan* (D, Δ) *rencontre les arêtes* DA, DB, DC, *ou leurs prolongements, en des points* A'', B'', C'' *tels que les triangles* ABC, $A''B''C''$ *aient leurs côtés homologues perpendiculaires*, Δ étant la droite de Simson de D' dans ABC. Si Ω est sur BC, les arêtes opposées BC, DA sont orthogonales et, enfin, quand $\Omega \equiv A$, le tétraèdre T est trirectangle en A.

A_2, B_2, C_2, D_2 étant les projections orthogonales de Ω sur les faces du tétraèdre anticomplémentaire de T, soient α, β, γ, δ et P les points des

droites $A_2\Omega_a$, $B_2\Omega_b$, $C_2\Omega_c$, $D_2\Omega_d$ et $O\Omega$ pour lesquels, m étant un nombre donné arbitrairement, on ait, en grandeur et en signe,

$$\Omega_a\alpha : A_2\Omega_a = \ldots = \Omega_d\delta : D_2\Omega_d = m, \qquad OP : O\Omega = (2m+1) : 2m.$$

Le tétraèdre $\alpha\beta\gamma\delta$ est le transformé du tétraèdre $P_aP_bP_cP_d$ par l'homothétie $[G, (4m+1) : 1]$. Si le tétraèdre $\alpha\beta\gamma\delta$ se réduit à un plan, il en est de même du tétraèdre podaire $P_aP_bP_cP_d$ du point P et ce dernier est l'un des points d'intersection de la droite OG avec la surface cubique (S) de Cayley de T. *Les plans de Simson* ϖ_1, ϖ_2, ϖ_3 *de ces points, par rapport à* T, *partagent donc les segments rectilignes* $A_2\Omega_a$, $B_2\Omega_b$, …, *dans un même rapport. Si* T *est orthocentrique,* ϖ_1, ϖ_2, ϖ_3 *divisent les hauteurs* AA′, BB′, CC′, DD′ *dans un même rapport.*

2. *a*. Dans un triangle T ≡ ABC, de hauteurs AA′, BB′, CC′, les perpendiculaires menées des milieux de B′C′, C′A′, A′B′ sur BC, CA, AB, concourent au centre radical Ω des cercles (A, AA′), (B, BB′), (C, CC′). Le cercle (Ω) orthogonal à ces trois cercles appartient au faisceau déterminé par le cercle circonscrit et la droite de Lemoine du triangle T. Le point Ω est le centre du cercle inscrit au triangle complémentaire de A′B′C′ et coïncide donc avec le centre du cercle de Taylor de T. De plus, Ω est le centre radical des cercles (A), (B), (C), [ou (B), (C), (H)], tritangents au triangle A′B′C′, suivant que l'angle A est aigu ou obtus, H étant l'orthocentre de T.

b. *Dans un tétraèdre* T ≡ ABCD, *dont les hauteurs sont* AA′, BB′, CC′, DD′, *les plans perpendiculaires menés des milieux de* B′C′, C′A′, A′B′, D′A′, D′B′, D′C′ *sur* BC, CA, AB, DA, DB, DC, *concourent au centre radical des sphères de centres* A, B, C, D *et de rayons* AA′, BB′, CC′, DD′.

En effet les sphères (B, BB′), (C, CC′) passent respectivement par B′, C′ et la sphère décrite sur BC comme diamètre passant par B′, C′ le milieu de B′C′ est dans le plan radical des sphères, car si B′C′ perce à nouveau ces sphères en B″, C″, le milieu de B′C′ est aussi celui de B″C″.

La sphère (Ω) orthogonale aux quatre sphères (A, AA′), … appartient au faisceau déterminé par la sphère circonscrite au tétraèdre T et le plan harmonique du point dont la somme des carrés des distances aux plans des faces est minimum. Quand T est *équifascial*, le point Ω est, à la fois, le centre radical des sphères (A, AA′), …, et celui des quatre sphères exinscrites.

3. *a*. Les symétriques d'une droite Δ, par rapport aux côtés d'un triangle T ≡ ABC, déterminent un triangle $\alpha\beta\gamma$ circonscrit à un cercle (M) dont le centre M est sur le cercle ABC et dont le rayon égale la distance de Δ à l'orthocentre H. La droite de Simson Δ′ de M est parallèle à Δ et si Δ passe par H, $\alpha\beta\gamma$ se réduit au point M [1]. Le cercle (M) touche aussi la droite Δ quand celle-ci coïncide avec la droite de Simson Δ′ d'un point M.

b. Les symétriques d'un plan (π) qui se déplace parallèlement à lui-même,

---

[1] J. Neuberg, *Mathesis*, 6, 1886, p. 142.

par rapport aux plans des faces d'un tétraèdre T forment des tétraèdres homothétiques $\alpha\beta\gamma\delta$ circonscrits à des sphères (M) dont le centre M est un point fixe qui coïncide donc avec le centre de la sphère (M) correspondant au plan de Simson (π') parallèle à (π), c'est-à-dire qu'il est sur la surface cubique (S) de Cayley de T [2]. Si d' est la distance d'un point M de (S) au plan (π') de Simson de ce point et d celle de (π') à un plan parallèle (π), les rayons des sphères (M) relatives à (π') et (π) sont d' et $|d'-d|$. La sphère (M) relative au plan (π''), transformé de (π') par l'homothétie (M, 2), se réduit à son centre M, de sorte que l'enveloppe des plans (π''), lorsque M décrit (S), est l'analogue de l'orthocentre dans le triangle. Cette enveloppe du plan directeur (π'') du paraboloïde de révolution de foyer M, inscrit à T, est une surface de la quatirième classe. Si T est orthocentrique, l'enveloppe de (π'') est la transformée par l'homothétie (H:1:2) de la surface de la quatrième classe enveloppe des plans (π') des points de (S). Si (π) passe par l'orthocentre H, la sphère (M) touche aussi le plan de Simson (π') parallèle à (π), car le plan (π') partage MH dans le rapport de 1 à 2.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la connexion ponctuelle euclidienne des congruences d'éléments linéaires.* Note de M. **Octave Galvani**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Nous avons défini ici même [1] la connexion ponctuelle induite sur une variété à n dimensions d'éléments q plans de l'espace euclidien à $n+q$ dimensions. Nous allons donner maintenant quelques propriétés géométriques de cette connexion induite, dans le cas d'une congruence d'éléments linéaires de l'espace ordinaire ($n=2$, $q=1$). Nous nous bornerons à *signaler* le fait *qu'une connexion* E'_2 *arbitrairement donnée peut être ainsi localement réalisée*, de sorte que les connexions de cette Note sont les E'_2 les plus générales.

2. Définitions et notations. — *a. Élément linéaire* S, ensemble d'un centre, un point M(S), et d'un support, une droite D(S) passant par M(S). *Direction de* S, celle du support.

b. Congruence ordinaire V_0, variété d'éléments S dépendant de deux variables, telle que M(S) décrive une surface $\Sigma(V)$ non tangente en M(S) à D(S). D(S) décrit alors une congruence $\Gamma(V)$.

c. Plan polaire P(S) *de* S, plan normal en M(S) à D(S). *Surface polaire* $\varphi(V)$: enveloppe de P(S). *Pôle de* S *dans* V : point caractéristique $\Phi(S)$ de P(S), quand il est unique.

d. Congruence orthogonale, V_0 telle que D(S) soit normale en M(S) à $\Sigma(V)$. Alors $\Phi(S)=M(S)$.

e. Éléments focaux de V, ceux de $\Gamma(V)$. *Distances focales* : celles de M(S) aux foyers de S.

---

(2) M. R. Bouvaist avait obtenu autrement cette position du point M.

(1) *Comptes rendus*, 216, 1943, p. 519; 214, 1942, p. 337.

3. Nous nous bornerons à des congruences ordinaires analytiques, soit V. La connexion induite sur V s'obtient ([1]) en associant à tout élément S′ infiniment voisin de S, *la projection orthogonale de* M(S′) *dans le plan polaire* P(S), et en raccordant deux plans polaires infiniment voisins *par projection orthogonale de l'un dans l'autre.*

Cela donne comme *cas particuliers* : *a.* l'espace de Riemann réalisé ([2]) par une surface Σ_0 (V orthogonale à Σ_0); *b.* la connexion d'une congruence de droites ([1]) : M(S) origine du repère intrinsèque de Γ(V).

4. L'élément S constitue un *point s* de l'espace E′ réalisé par V. Si l'on fait, dans P(S), la carte de E′ le long d'un cycle infiniment petit d'origine *s* et d'aire α, il correspond à ce cycle ([2]) une rotation αR et une translation αT. La courbure R et la torsion (*vecteur* T), ou encore la torsion relative T/R ont dans V une signification géométrique. La méthode du repère mobile donne à ce sujet les résultats suivants.

Théorèmes. — I. *La courbure est le produit, changé de signe, des inverses des distances focales.* — Cas particuliers : *a.* congruence orthogonale, cela donne bien la courbure totale de Σ; *b.* les congruences V à cône directeur réalisent les espaces à parallélisme absolu et sont les seules à le faire.

II. *Si* V *n'a pas de cône directeur, la torsion relative en* S *est égale et perpendiculaire au vecteur* ΦM(S) *qui joint le pôle au centre.*

En général $T \neq 0$. Les congruences orthogonales (c'est-à-dire les surfaces) sont les seules à réaliser des espaces de Riemann ($R \neq 0$, $T = 0$).

III. *Si* V *a un cône directeur, mais admet encore en* S *une distance focale finie* ρ, *la torsion s'obtient en projetant sur la trace polaire du plan focal de l'infini, et parallèlement au second plan focal, le vecteur* g/ρ, *où* g *désigne le produit vectoriel du vecteur unitaire* u *de* D(S), *par le vecteur* H *normal à* Σ *qui se projette orthogonalement en* u *sur* D(S).

On n'a $T \equiv 0$ que si : *a.* $g = 0$: V orthogonale à une développable; *b.* g dans le second plan focal : Σ coupe les cylindres de V suivant des sections droites.

IV. *Si* V *n'a aucun foyer à distance finie*, trois cas sont à distinguer :

a. Cône directeur non plan, les D(S) sont tangents à l'infini à une développable δ et peuvent être définis par leur distance λ à la génératrice D_0 de δ située dans le plan focal de S; r et τ désigneront la courbure et la torsion de l'arête de rebroussement au point de contact avec D_0.

b. Cas d'un plan directeur, les D(S) peuvent être définis par leur plus courte distance z à l'un d'entre eux D_0, et leur angle $\theta(z)$ avec D_0.

Dans ces deux cas, la torsion est la projection orthogonale, sur la trace polaire du plan focal, du vecteur KH, H *représentant le même vecteur que plus haut, et* K

([2]) Cf. É. Cartan, *Bull. Sc. Math.*, 48, 1924, pp. 294-320.

valant respectivement

$$(a)\quad K = \frac{-r}{\lambda\tau}, \qquad (b)\quad K = \frac{-d\theta}{dz},$$

$T \equiv 0$ pour les congruences de *droites* et seulement pour elles.

c. *Congruences d'éléments parallèles*, $T \equiv 0$. On a en tout quatre types de réalisations du plan euclidien : les surfaces développables, les congruences III *b*, les congruences de *droites* sans foyer à distance finie, les congruences d'éléments parallèles.

5. Théorème. — *Les surfaces polaires de deux congruences* V *et* V* *ayant même connexion à courbure non nulle* (3) *sont applicables.*

Cette condition n'est évidemment pas suffisante. Soit S' un élément variable infiniment voisin de S, S'* son homologue. L'applicabilité de $\varphi(V^*)$ sur $\varphi(V)$ entraîne l'existence (4) d'un déplacement T(S, S*) amenant au second ordre près tout pôle $\Phi(S'^*)$ sur son homologue $\Phi(S')$. Pour que V et V* aient même connexion, il faut et il suffit qu'alors D(S*) *vienne en* D(S). Signalons qu'alors toute D(S'*) vienne rencontrer son homologue D(S') au second ordre près

HYDRAULIQUE. — *Étude expérimentale de la perte de charge à la traversée d'une grille*. Note (1) de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Nous avons établi (2) l'expression de la perte de charge produite par le passage de l'eau à travers une grille à barreaux rectangulaires et nous avons envisagé le cas de formes plus complexes. Dans la présente Note nous nous proposons de montrer comment l'expérience vérifie ces prévisions théoriques.

Nous avons tout d'abord utilisé un ajutage de section intérieure rectangulaire, de 200^{mm} de largeur sur 50^{mm} de hauteur. A l'intérieur de cet ajutage, les barreaux, régulièrement espacés, sont disposés verticalement, sur toute la hauteur de l'ajutage, suivant une rangée perpendiculaire à l'axe de celui-ci. Deux séries d'orifices percés dans le fond de l'ajutage, suivant deux rangées parallèles à la grille, communiquent chacune avec une chambre de prise de pression : un micromanomètre différentiel permet une mesure précise de la perte de charge; les débits sont évalués par jaugeage. Une première série d'expériences donne la perte de charge dans l'ajutage, en l'absence de grille, en fonction de la vitesse V : pour chaque catégorie de barreaux étudiés, la

(3) Dans le cas général on aurait la correspondance indiquée à propos des congruences de droites (*Comptes rendus*, **214**, 1942, p. 733).

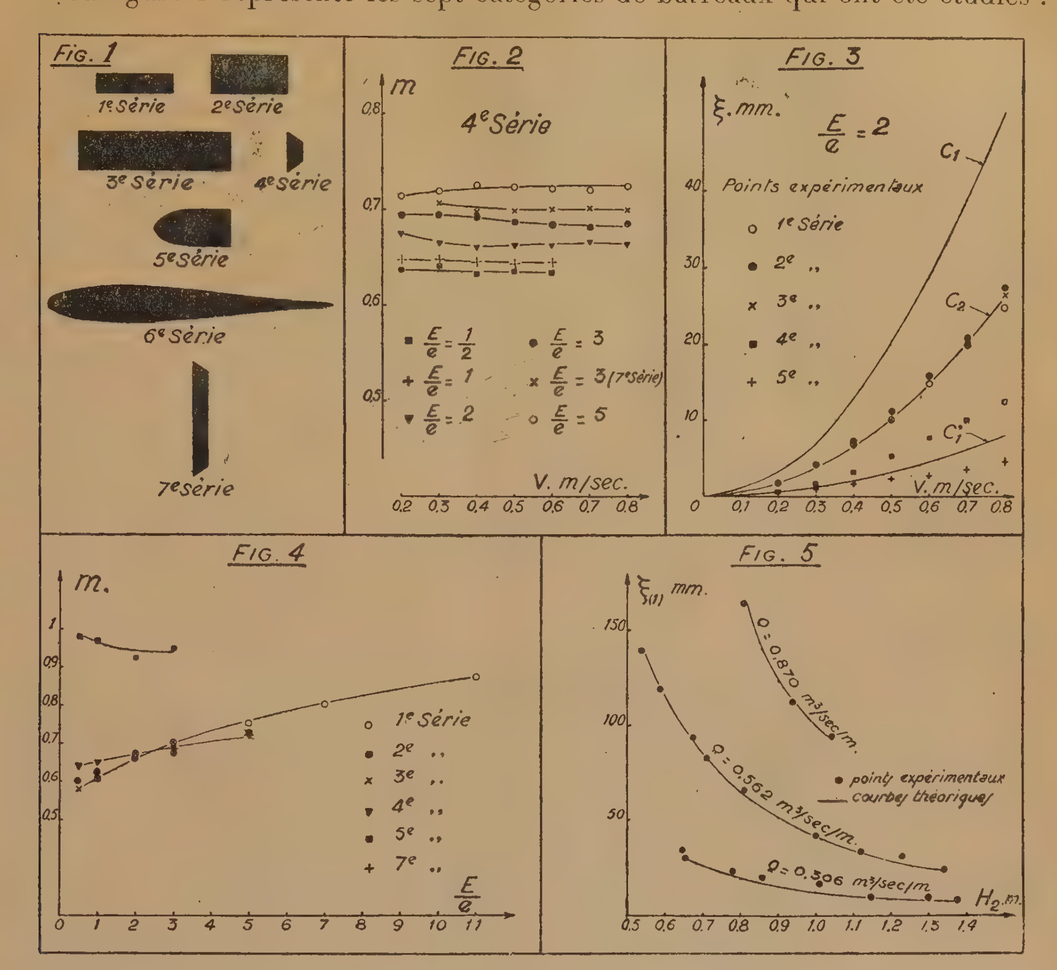
(4) Cf. É. Cartan, *Cahiers scientifiques*, XVIII, Paris, 1937, p. 230.

(1) Séance du 31 janvier 1944.

(2) *Comptes rendus*, **218**, 1944, p. 179.

perte inhérente à la grille est obtenue en retranchant de la perte totale, celle qui correspond, en l'absence de tout obstacle, à la même vitesse moyenne V.

La figure 1 représente les sept catégories de barreaux qui ont été étudiés :



pour chaque série on a fait varier l'écartement de façon systématique. L'étude de la quatrième et de la septième série, pour lesquelles l'écoulement correspond forcément à la configuration C_1 (²), fournit, pour le coefficient de contraction m et pour λ, des valeurs sensiblement constantes, pour un écartement donné, lorsque varie V (*fig.* 2).

Nous avons représenté, pour chaque valeur (E/e) du rapport de l'écartement E à la largeur e des barreaux, en fonction de V :

a. Les points expérimentaux (V, ξ) obtenus avec les séries 1, 2, 3, 5 et 6.

b. Les courbes théoriques C_1 obtenues au cas où la veine ne recolle pas aux barreaux (configuration C_1) (¹) en prenant pour m, dans cette formule, la valeur fournie par l'étude de la série nº 4 pour le E/e correspondant.

c. Les courbes théoriques C_2 obtenues en calculant la perte de charge au moyen de la formule (2) relative au cas où la veine recolle aux barreaux (configuration C_2) (¹) ne prenant pour m la même valeur.

d. La courbe théorique C'_1 obtenue en calculant la perte de charge au moyen de la formule (3) en prenant pour m la valeur unité.

Pour les diverses valeurs (E/e) étudiées (0,5; 1; 2; 3; 5), nous avons obtenu des résultats comparables à ceux que montre la figure 3, relative au cas où $(E/e) = 2$.

a. La courbe C_1 est toujours située nettement au-dessus des points expérimentaux, alors que la courbe C_2 est toujours voisine des valeurs expérimentales relatives aux barreaux rectangulaires (séries 1, 2, 3). Donc, pour les barreaux rectangulaires, le recollement de la veine intervient : l'écoulement correspond à la configuration C_2 [1]. Les formules théoriques à retenir sont les formules (2) et (2'). On remarque la coïncidence particulièrement bonne des séries 1 et 3 correspondant à des barreaux géométriquement semblables.

b. La courbe C'_1 est toujours très au-dessous des courbes C_1 et C_2. Elle correspond, par contre, à des pertes inférieures à celles de la série 5 et supérieures à celles de la série 6 : les barreaux aérodynamiques tronqués (série 5) ne suppriment donc pas entièrement la contraction, alors que les barreaux aérodynamiques produisent un certain effet diffuseur.

c. Il convient de retenir, au point de vue pratique, la réduction considérable de la perte de charge consécutive à l'emploi de profils aérodynamiques et le bénéfice appréciable, quoique moindre, que peuvent donner les profils aérodynamiques tronqués, d'une réalisation industrielle plus aisée.

La figure 4 donne les valeurs du coefficient m, en fonction de E/e, pour les diverses séries de barreaux étudiés.

Nous avons enfin étudié, dans un canal à écoulement libre de 4^m de largeur, une grille à barreaux rectangulaires de 40^{mm} sur 150^{mm}, espacés de 40^{mm}, avec des tirants d'eau pouvant atteindre $1^m,50$. Les courbes de la figure 5 montrent la bonne coïncidence qui existe, dans l'ensemble, entre les pertes de charge mesurées et les valeurs théoriques correspondantes, obtenues au moyen de la formule (2), dans laquelle m est évalué au moyen des courbes de la figure 4 : les expériences sont faites pour trois débits différents en faisant varier, pour chacun d'eux, la hauteur du tirant d'eau.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Phénomènes d'électrisation et de condensation dans une tuyère supersonique.* Note de M. **Fernand Tesson**, présentée par M. Joseph Pérès.

Dans la chambre d'expérience d'une tuyère où le nombre de Sarrau (rapport de la vitesse de l'air à la célérité locale du son) était 2, nous avons placé une maquette ogivale, la pointe vers l'amont; nous avons observé une aigrette lumineuse en V dont le sommet coïncidait avec la pointe de la maquette et dont les branches s'épanouissaient vers l'amont (*fig.* 1 et 2).

Ces phénomènes sont à rapprocher des effets d'électrisation par détente,

étudiés par Armstrong [1] (1840), Faraday (1842) et, plus récemment, par A. Milhoud [2]. Ces expérimentateurs ont constaté qu'un jet de vapeur sèche

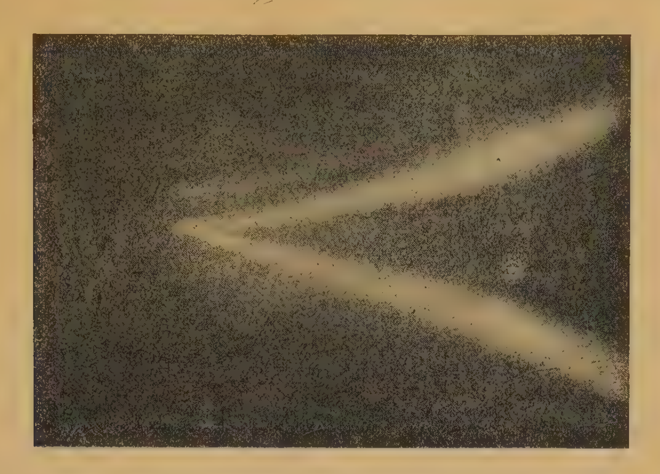


Fig. 1.

ne permet pas d'obtenir l'électrisation. L'illumination serait par conséquent due à un effet électrique consécutif à la condensation de l'humidité de l'air au



Fig. 2.

cours de la détente; dans nos expériences elle s'est manifestée en effet surtout en hiver et par des temps humides.

D'ailleurs, dans la détente de l'air humide par les tuyères supersoniques, on remarque, sur les parois, des dépôts de gouttelettes et de petits cristaux de

(1) Pour la bibliographie de la question, voir A. Nouguier, *Rev. Génér. Électr.*, 50, novembre 1941, p. 314.

(2) *Comptes rendus*, 198, 1934, pp. 1856-1859; 200, 1935, pp. 1091-1093. Voir aussi O. Yadoff, *Rev. Gén. Électr.*, 50, septembre 1941, p. 187.

glace, formant une plage limitée à la section, par la vitre, de l'onde de choc provoquée par la présence de la maquette.

Cette condensation entraîne une brusque augmentation de la pression axiale à partir d'une tranche située légèrement à l'aval du col ([3]). Jusqu'à cette tranche, la courbe représentative des pressions dans la tuyère coïncide avec la courbe des pressions calculée dans l'hypothèse d'une détente isentropique d'air sec. A partir de cette tranche, la détente peut se calculer par une méthode due à G. Darrieus, tenant compte de la chaleur développée par la condensation de la vapeur d'eau.

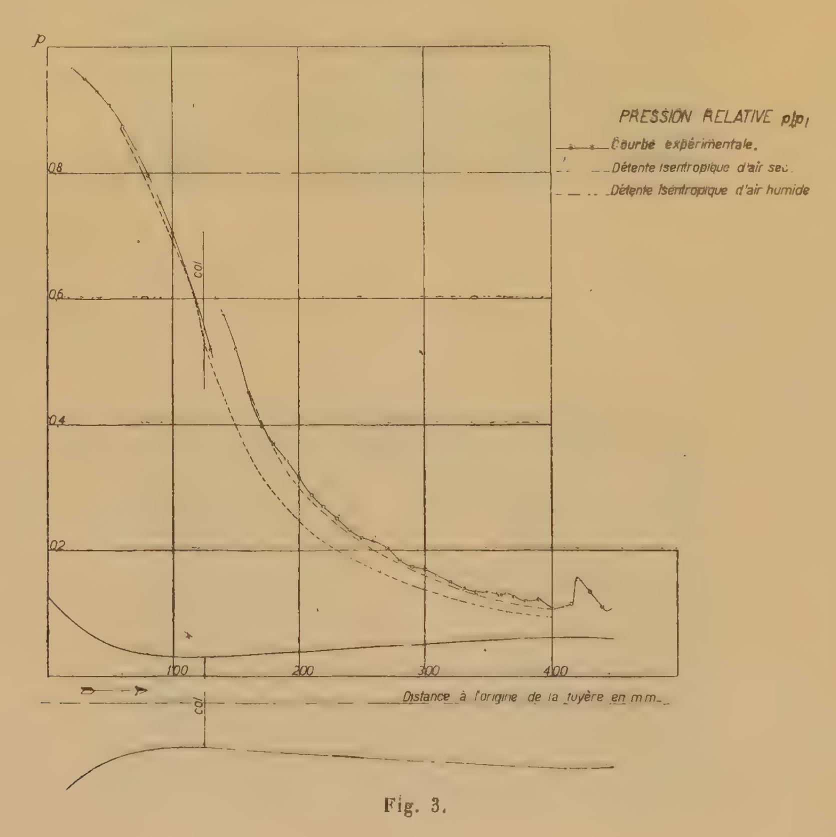


Fig. 3.

La figure 3, relative à une tuyère circulaire donnant un nombre de Sarrau égal à 2 dans la chambre, montre que les points résultant des expériences sont très voisins de la courbe ainsi calculée.

([3]) L'existence au col d'un système d'ondes en forme d'*X* a été signalée par L. Prandtl (*Congrès Volta*, 1936, Académie royale d'Italie, p. 1936). Wieselsberger est le premier qui ait signalé une corrélation de ce phénomène avec la condensation. La question, étudiée indépendamment en 1940 par G. Darrieus, a fait l'objet d'un article récent de Kl. Oswatitsch (*Zeits. für. angew. Mathematik und Mechanik*, **22**, 1, février 1942).

CHALEUR. — *Les propriétés thermiques des tissus d'habillement.* Note de M. **Hubert Garrigue**, présentée par M. Charles Fabry.

On étudie l'isolement thermique procuré par le tissu appliqué directement sur un *corps chaud.*

La chaleur perdue par le corps chaud nu a pour expression

$$Q = \frac{\Theta - \Theta'}{\tau},$$

si l'écart de température $\Theta - \Theta'$ entre le corps et l'air libre est petit par rapport à la température absolue de l'air libre; τ exprime la *résistance thermique superficielle.*

Une première mesure de la perte de chaleur Q, du corps chaud nu, permet de déduire τ.

De même, si le corps chaud est revêtu d'un échantillon de tissu, d'épaisseur e, de conductibilité thermique $\varkappa$, on a, en posant

$$\frac{\varkappa}{e} = \frac{1}{\tau_1}, \qquad Q_1 = \frac{\Theta - \Theta'}{\tau + \tau_1}.$$

Une seconde mesure, dans les mêmes conditions d'expérience que la première, de la perte de chaleur Q_1 du corps chaud revêtu de l'échantillon, permet de déduire τ_1.

Cette quantité τ_1 exprime la résistance thermique de l'échantillon dans les conditions d'expériences que l'on a choisies. Le rapport τ_1/τ_A de cette quantité, à la *résistance thermique* calculée, de la couche d'air sans convection, de même épaisseur que l'échantillon, mesurée sous une pression d'écrasement correspondant à peu près aux conditions moyennes d'emploi ($10^g/cm^2$), caractérisera la qualité thermique de l'échantillon.

D'autres auteurs (Marsh, *Journal of Textile Institute*, 1931, p. 245; Angus, *ibid.*, 1935, p. 83) utilisent à cet effet la *rétention calorifique* R %

$$R\,\% = \frac{Q_a - Q_1}{Q_a} \times 100,$$

Q_a étant la quantité de chaleur perdue par le corps chaud nu, en air calme. Cette valeur dépend essentiellement de l'épaisseur du tissu.

Le dispositif expérimental consiste en un bloc d'aluminium cylindrique, de 5×5^{cm}, formé de 4 secteurs isolés électriquement l'un de l'autre par une mince feuille de papier et recevant chacun une soudure thermoélectrique, les autres soudures étant à l'air libre. Un galvanomètre de mesure donnera ainsi une déviation proportionnelle à la moyenne des différences de températures entre chaque secteur et l'air ambiant. Les bases du cylindre d'aluminium sont protégées thermiquement par deux blocs de liège. On a pris soin de noircir la surface d'aluminium (pouvoir émissif voisin de celui du corps humain).

Ce procédé est plus correct que celui qui consiste à revêtir le corps chaud d'une mince peau de chamois ou d'une étoffe (Abbé Pinte; Teintex, *Rev. gén. Matières color.*, IX, 15 sept. 1943, p. 234) dont l'isolement thermique n'est pas négligeable.

Une mesure consiste à déterminer la vitesse de refroidissement du cylindre revêtu de l'échantillon de tissu à étudier, préalablement chauffé à la température choisie, par le jeu de résistances électriques noyées dans la masse de chaque secteur ($\Theta - \Theta' = 20°$ C.).

Des précautions importantes doivent être prises pour stabiliser l'état hygrométrique de l'échantillon à la température d'essai. En effet les textiles, en général, mettent en jeu de la chaleur, en absorbant ou rejetant l'humidité.

Humidité 30° ⇄ 100°; chal. mise en jeu ± 50 cal/gr. laine; Var. de poids ± 5 %.

Les résultats généraux sont exprimés dans le tableau suivant; la *résistance thermique* du tissu dépasse difficilement celle de la couche d'air sans convection, de même épaisseur $[(\tau_1/\tau_A) > 1]$. Le rapport τ_1/τ_A dépend à la fois de la densité apparente du tissu, de sa porosité et de sa contexture. Il diminue en général quand l'échantillon est soumis au vent de 2 m/sec, les irrégularités et les poils jouent le rôle de *réfrigérant à ailettes*.

Type du tissu.	Vent θ' air = 15° C. θ corps = 35° C.	Densité apparente.	Épaisseur (à 10g/cm²).	Chaleur perdue (cal/s/cm²).	Rétention calorifique. %.	Rapport τ_1/τ_A.
Couverture de laine...	calme	0,12	0,55	$1,3.10^{-3}$	−70	1,15
	2 m/sec			2,5	42	0,70
Laine bleue contexture lâche...	calme	0,21	0,25	2,5	43	0,80
	2 m/sec			5,7	−28	0,55
Laine kaki Armée.....	calme	0,23	0,28	2,2	50	0,90
	2 m/sec			4,4	− 1	0,70
Type Armée française (surface lisse)......	calme	0,27	0,24	2,9	35	0,60
	2 m/sec			5,7	−29	0,60
(Type Gendarme surface fine et lisse)...	calme	0,30	0,16	3,0	31	0,70
	2 m/sec			6,8	−56	0,65
Corps chaud dépourvu de tissu...........	calme	–	–	4,4	–	–
	2 m/sec			19,0		

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *Effet de grenaille et fluctuations à la sortie d'un amplificateur linéaire.* Note (¹) de M. **André Blanc-Lapierre**, présentée par M. Aimé Cotton.

Les fluctuations à la sortie d'un amplificateur linéaire attaqué par des chocs égaux, très brefs et désordonnés ne présentent un caractère gaussien que si les chocs sont assez rapprochés pour que les perturbations produites par chacun

(¹) Séance du 31 janvier 1944.

d'eux interfèrent largement, condition d'autant mieux remplie que la densité des chocs ρ est plus grande ([2]). C'est cet établissement progressif du régime gaussien lorsque ρ croît que je vais étudier expérimentalement sur un cas précis. Je donnerai des vérifications de diverses relations théoriques établies dans des Notes précédentes ([2]) et ([3]).

J'ai utilisé un montage comportant les appareils suivants :

1° Une *source de chocs* [photocompteur, pour les faibles densités ([4]), cellule photoélectrique à multiplicateur, pour les grandes densités].

2° *L'amplificateur étudié* (fréquence d'accord : 1000 cycles par seconde). L'examen de sa réponse à une impulsion brusque montre un amortissement caractérisé par une constante de temps de l'ordre de 10^{-2} s. L'étude en fonction de la fréquence ν du coefficient d'amplification $f(\nu)$ ramené à la valeur 1 pour la fréquence d'accord, donne

$$(1)\qquad A=\int_0^\infty f^2(\nu)\,d\nu=30,6; \qquad (2)\qquad B=\int_0^\infty f^4(\nu)\,d\nu=20,7.$$

3° *Un détecteur quadratique* (thermocouple) et *un galvanomètre* de période $T=12,5$ sec, à l'amortissement critique.

Si $x(t)$ est la réponse du galvanomètre, et si q est l'impulsion correspondant à un choc, on a ([3])

$$(3)\qquad \bar{x}=2q^2\rho KA,$$

et

$$(4)\qquad \frac{\delta}{\bar{x}}=\frac{\sqrt{\overline{(x-\bar{x})^2}}}{\bar{x}}=\sqrt{\frac{\pi}{2T}}\sqrt{\frac{B}{A^2}+\frac{1}{\rho}},$$

où K est une constante.

Aux fortes densités, on a la formule qu'on déduirait de la loi de Gauss

$$(4')\qquad \frac{\delta}{\bar{x}}=\sqrt{\frac{\pi}{2T}}\sqrt{\frac{B}{A^2}}.$$

Aux faibles densités, on a une formule analogue à celle qui correspondrait au galvanomètre attaqué directement par des chocs très brefs :

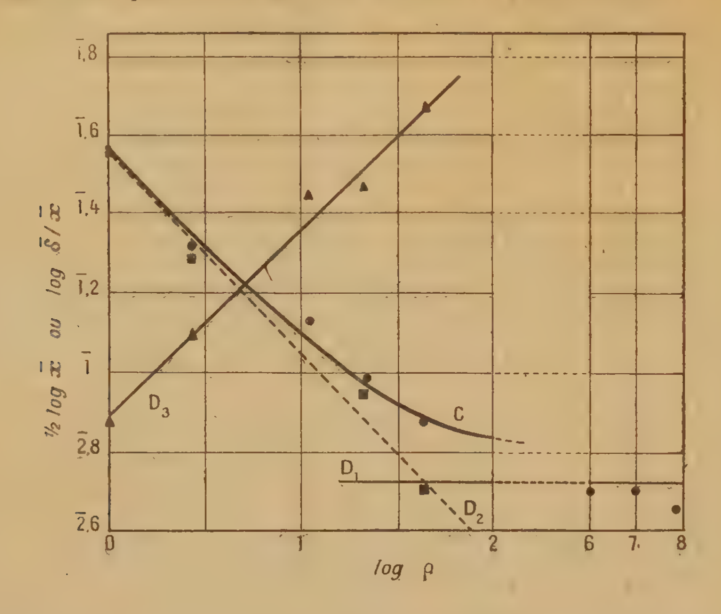
$$(4'')\qquad \frac{\bar{\delta}}{\bar{x}}=\sqrt{\frac{\pi}{2T\rho}}.$$

J'ai fait des mesures pour des densités inférieures à 45 (photocompteurs) et pour des densités de valeurs approximatives : 6.10^7, 10^7, 10^6 (courant photo-

---

([2]) A. Blanc-Lapierre, *Comptes rendus*, **217**, 1943, p. 73.
([3]) A. Blanc-Lapierre, *Comptes rendus*, **216**, 1943, p. 42.
([4]) A. Banc-Lapierre, *Comptes rendus*, **218**, 1944, p. 188.

électrique et thermoélectronique de la couche sensible d'une cellule). La figure ci-dessous montre, représentées sur des échelles logarithmiques :



1° *La courbe* C, *d'équation* (4), *son asymptote* D_1, *pour les grandes valeurs de* ρ donnée par (4′) et *son asymptote* D_2 *pour les très faibles valeurs de* ρ donnée par (4″).

2° *La droite* D_3, *d'équation* (3), définie à une translation près.

Les points indiquent les résultats expérimentaux relatifs à trois sortes de mesures :

a. Étude de $\bar{\delta}/\bar{x}$ *en fonction de* ρ *pour l'ensemble, amplificateur-détecteur-galvanomètre* (points ronds);

b. Étude de $\bar{\delta}/\bar{x}$ *en fonction de* ρ *pour le galvanomètre attaqué directement* (amplificateur supprimé), (points carrés); ces valeurs diffèrent peu des précédentes pour les faibles densités.

c. Étude de $\bar{x}$ *en fonction de* ρ *pour l'ensemble amplificateur-détecteur-galvanomètre* (triangles).

Conclusion. — L'ensemble des résultats expérimentaux met bien en évidence le passage progressif, lorsque la densité croît, vers la forme limite qui obéit à la loi de Gauss. La formule (3), qui ne fait intervenir que des moyennes quadratiques, est toujours vraie, même aux faibles densités. Il n'en est pas de même de (4′), qui fait intervenir des moments du quatrième ordre et est en désaccord total avec l'expérience aux faibles densités. L'ensemble des relations (3) et (4) traduit fidèlement les résultats expérimentaux quelle que soit la valeur de ρ.

RAYONS COSMIQUES. — *Gerbes de mésotons et de particules lourdes.* Note de M. **Jean Daudin**, transmise par M. Maurice de Broglie.

I. Au moyen du dispositif expérimental déjà décrit (¹) on a obtenu, à côté des gerbes de mésotons déjà décrites, des effets connexes d'évaporations nucléaires et de chocs dans le gaz dont les plus significatifs sont les suivants.

II. *Pinceau de mésotons et évaporation nucléaire.* — Deux mésotons, et presque certainement trois, issus de la masse de plomb supérieure traversent l'écran du troisième cliché (*fig.* 1). Dans l'écran s'est produite une déflagration

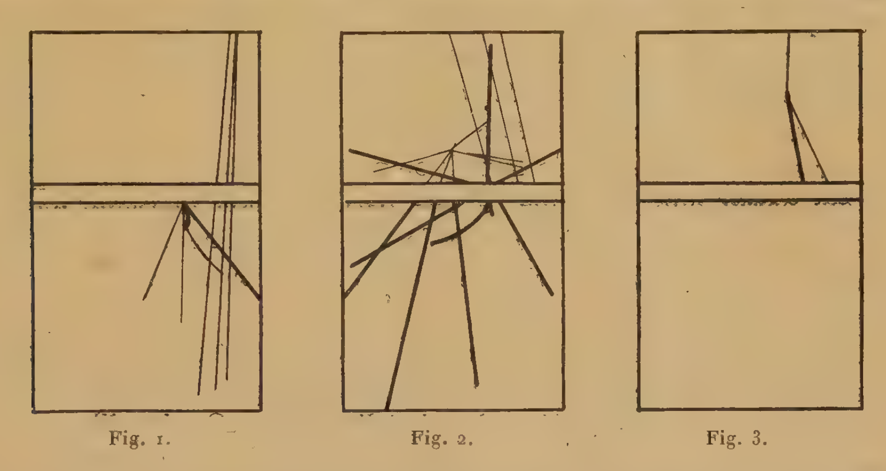


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

nucléaire qui a donné des produits très variés : une petite trajectoire fine, courbe, pourrait être celle d'un électron β ou d'un photoélectron. Deux autres sont plus ionisantes que la moyenne. La trace d'une quatrième est presque trop ionisante pour être celle d'un proton. Enfin une autre épaisse et courte pourrait être celle d'un noyau de recul.

Voici donc réunis sur le même cliché deux effets aussi rares qu'une gerbe de mésotons et une désintégration nucléaire. Ce ne peut guère être l'effet du hasard. L'évaporation nucléaire paraît complexe et pourrait avoir abouti à des produits réactifs. On songe aux effets de fission de l'uranium. Comme il n'y a pas de trajectoire ionisante primaire, on est tenté de supposer qu'un neutron a provoqué l'évaporation.

III. *Évaporations nucléaires couplées.* — La fréquence des *évaporations nucléaires* ou étoiles est apparue comme 50 ou 100 fois plus élevée que sur les clichés pris avec d'autres montages. En particulier la figure 2 présente le premier cas connu de deux évaporations nucléaires simultanées. L'une d'elles s'est produite à la surface supérieure de l'écran de plomb. Trois branches ionisantes sont dirigées vers le haut, trois ou quatre vers le bas. En outre la

(¹) *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 192.

trajectoire peu ionisante pourrait venir d'en haut et avoir déclenché l'explosion, une autre étoile s'est produite dans la glace avant de la chambre, trois belles trajectoires ionisantes traversent la chambre de haut en bas et trois ou quatre autres perpendiculairement.

L'association de ces deux étoiles offre une analogie évidente avec l'association entre elles des gerbes d'électrons. Elle suggère des cascades de gerbes dans le domaine des champs nucléaires comme il en existe dans le domaine des champs coulombiens.

IV. *Choc anormal dans le gaz.* — La figure 3 montre une particule ionisant plus que la moyenne et dont le parcours se termine dans l'écran de plomb. A moins que cet arrêt ne soit la conséquence d'une absorption nucléaire, la particule pourrait être un mésoton lent. Elle subit un choc dans le gaz à la suite duquel son pouvoir ionisant paraît accru. Une trajectoire très fine paraît provenir du coude. Elle est aussi arrêtée dans le plomb. Les deux trajectoires étant déviées dans le même sens, une impulsion notable a dû être cédée à un noyau où, ce qui paraît plus probable, à une particule non ionisante telle qu'un neutron. Il est tentant de considérer la trajectoire fine comme celle d'un positon émis par le noyau d'argon privé d'un neutron et devenu ainsi radioactif β positif.

V. *Conclusion.* — Les clichés permettent quelques progrès par rapport à nos connaissances d'il y a deux ans. Évidemment des progrès plus importants, que nous ignorons, ont dû être réalisés depuis à l'étranger. Quoi qu'il en soit nous avons des indices d'une interaction nucléaire du mésoton et d'un développement de gerbes en cascades qui paraissent comprendre les gerbes de mésotons comme stade supérieur et les évaporations nucléaires ou *étoiles* comme étape ultérieure d'une dégradation de l'énergie cinétique dans le champ nucléaire analogue à celle qui se produit dans le champ coulombien. Dans de telles gerbes nucléons et mésotons joueraient un rôle analogue respectivement à celui des électrons et des photons. La différence entre les gerbes de mésotons et les *étoiles* tiendraient à ce que l'énergie en jeu dans les premières serait suffisante pour assurer la matérialisation des mésotons, tandis que dans les secondes les mésotons resteraient virtuels, les nucléons étant les seuls produits physiques de la volatilisation du noyau. Mais les propriétés ainsi attribuées au mésoton s'accordent assez mal avec le pouvoir pénétrant des mésotons isolés. Il y a là un indice en faveur des théories proposées par Bahba (²); les mésotons se classeraient en transversaux et longitudinaux, les premiers à forte interaction nucléaire et faible parcours, tandis que les seconds, à faible interaction et long parcours, finiraient par prédominer largement dans le rayonnement cosmique.

(²) *Phys. Rev.*, 59, 1941, p. 100; *Proc. Roy. Soc.*, 1941, p. 314.

RAYONS COSMIQUES. — *Sur la répartition angulaire du rayonnement cosmique dans l'atmosphère.* Note de M. **André Fréon**, présentée par M. Frédéric Joliot.

I. On sait que la distribution angulaire de la partie corpusculaire chargée du rayonnement cosmique pénétrant obéit à la formule empirique $N = N_0 \cos^{\lambda}\theta$, N_0 étant l'intensité verticale du rayonnement, N celle suivant la direction faisant l'angle θ avec la verticale et λ un coefficient voisin de 2 sensiblement indépendant de l'altitude de l'observation et de l'écran x interposé dans l'appareil (1), (2), (3). On se propose ici de préciser la valeur de λ.

II. D'après des mesures diverses effectuées antérieurement, on a indiqué (4) comment variait λ en fonction de x à deux altitudes différentes : 3500^m pression $p = 6^m,8$ d'eau et 75^m $p = 10^m,24$ d'eau [courbes $6^m,8$ et $10^m,24$ H^2O (*fig.* 1)]. Il a été effectué, l'été dernier, une série de mesures à l'altitude de 2058^m

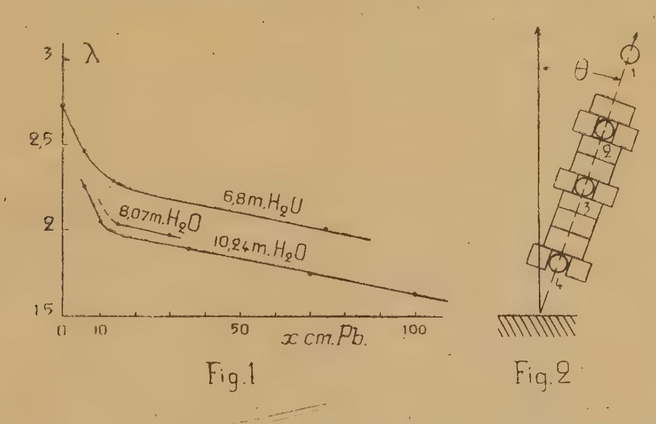


Fig.1 Fig.2

$p = 8^m,07$ H^2O (Col du Lautaret, Hautes-Alpes). On peut extraire de ces résultats les valeurs suivantes : $\lambda\, 2,15 \pm 0,04$ pour $x = 15^{cm}$ de plomb et $\lambda\, 1,95 \pm 0,04$ pour $x = 30^{cm}$ de plomb, donnant la courbe intercalaire $8^m,07$ H^2O de la figure 1. La première de ces deux valeurs est fournie par le nombre des coïncidences, entre les compteurs 1, 2 et 3 du montage représenté figure 2, la seconde par le nombre des coïncidences entre les compteurs 2, 3 et 4.

III. On constate que λ diminue lorsque p ou x augmentent, ce qui signifie que l'isotropie du rayonnement croît lorsque l'on s'enfonce dans l'atmosphère ou si l'on considère des radiations d'énergie croissante. On retrouve bien ici $\lambda = 2$ si l'on se place dans les conditions des expériences initiales : écrans de 6 à 10^{cm} de plomb au niveau de la mer.

---

(1) AUGER, EHRENFEST, FRÉON et FOURNIER, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 257.
(2) TRUMPY et UBISH, *Arch. Math. Naturvidenskab*, **44**, 1941, p. 12.
(3) CLAY WIERSMA JONKER, *Proc. Roy. Akad. Amsterdam*, **41**, 1938, p. 706.
(4) FRÉON, *Thèses Doct. Sc. Phys.*, Paris, 1942.

La forme générale des courbes rappelle celle des courbes d'absorption $N = f(x)$, $\theta = \text{const}$. Ceci pour la même raison : l'existence des deux composantes dure et molle de la radiation, la première constituée essentiellement par des mésons, tandis que la seconde comprend surtout des électrons. Mais le coude observé pour les faibles valeurs d'écran est ici beaucoup mieux défini, ce qui pourrait permettre une estimation de la limite pratique du domaine d'énergie des cascades photoélectroniques. Il s'agit d'une limite supérieure par suite de la présence dans la composante molle de mésons de faible énergie résultant d'effets nucléaires locaux, ou arrivés à leur fin de parcours.

IV. Bruins a calculé ([5]) la forme de la courbe de répartition angulaire du rayonnement à partir des hypothèses suivantes : *a*. le spectre d'énergie initial des mésons est de la forme $S(E) = k^{-\gamma}$ avec γ voisin de 3 ; *b*. les mésons sont créés à une altitude moyenne de l'ordre de 20^{km} indépendante de l'angle θ et de l'énergie. Ce calcul conduit à la forme de courbe précédente $N = N_0 \cos^{\lambda}\theta$ avec $\lambda = \gamma - 1$, c'est-à-dire voisin de 2.

D'après nos résultats on peut conclure que, si l'hypothèse (*b*) est exacte, l'exposant γ du spectre d'énergie diminue lorsque celle-ci augmente.

Mais diverses considérations et des résultats expérimentaux conduisent à réviser cette hypothèse.

Remarquons d'abord que, si la radiation primaire est stable, ses divers modes de dégradation, perte d'énergie par ionisation et par création de rayonnements secondaires, sont des fonctions univoques de $p \sec\theta$, quantité de matière traversée. Pour une égale quantité de matière traversée, l'altitude correspondante croît avec θ, ce qui doit conduire pour un rayonnement d'énergie donnée à une altitude moyenne de formation croissant avec θ.

Il existe d'autre part des résultats expérimentaux obtenus à la chambre de Wilson (Herzog et Bostick) ou au moyen de compteurs ([4]), ainsi que des travaux récents de Jean Daudin sur les gerbes pénétrantes ([6]) établissant que la création des mésons doit se poursuivre assez bas dans l'atmosphère.

Le calcul de l'évolution du spectre des mésons dans l'atmosphère est compliqué par l'absence d'indications théoriques sur les processus de formations possibles ; l'expérience doit pouvoir permettre de choisir entre ces diverses possibilités, c'est l'objet de nos investigations actuelles.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence des liquides organiques sur le tassement des poudres de quartz*. Note de M. **Vsevolod Romanovsky**.

Dans le cadre général des recherches que j'entreprends sur le tassement des poudres fines, j'ai procédé à l'étude de l'influence des liquides organiques sur l'assemblage des particules de quartz.

([5]) *Proc. Roy. Akad. Amsterdam*, **42**, 1939, pp. 54 et 740.

([6]) *Comptes rendus*, **218**, 1944, p. 192.

Une série d'expériences a consisté à disperser de la poudre de quartz, d'une dimension moyenne de 7^{μ}, dans quelques liquides organiques. Cette poudre, obtenue par sédimentation à partir du quartz industriel, a été électrodialysée pour la débarrasser des ions qui pouvaient s'y trouver adsorbés.

L'indice des vides ([1]) du dépôt qui se forme par gravité a été mesuré. Ses valeurs successives sont portées sur le tableau suivant :

Liquide organique servant de dispersant.	V.	ε.	*p*.
Aniline, $C^6H^5NH^2$	6,0	3,9	1,81
Acétone, CH^3COCH^3	7,0	3,7	2,31
Alcool méthylique, CH^2HOH	10,0	5,8	3,62
Alcool éthylique, CH^3CH^2OH	11,5	6,6	4,13
Acide acétique, CH^3CO^2H	11,5	6,6	4,13
Éthane oxyéthane (éther), $C^2H^5OC^2H^5$	18,0	11,0	6,87
Xylène, $C^6H^5CH^3$	19,0	11,6	7,25
Benzène (cristallisable), C^6H^6	19,0	11,6	7,25
Chloroforme, $CHCl^3$	20,0	12,3	7,68
Tétrachlorure de carbone, CCl^4	21,0	13,0	8,13

Température 15°C.;
V, volume lu directement sur l'éprouvette pour 5g de quartz;
ε, indice des vides;
p, coefficient de gonflement, par rapport au volume du dépôt dans l'eau bidistillée, obtenu par application de la formule $p = \varepsilon/\varepsilon_0$ (ε_0 = indice des vides du dépôt du quartz, de la dimension considérée, dans l'eau bidistillée).

Il faut remarquer que, pour certains liquides (alcools, acétone, éther, acide acétique), le dépôt reste *parfaitement blanc*, tandis que pour d'autres (tétrachlorure de carbone, chloroforme, benzène, xylène) il est franchement *gris* (et gras au toucher); il redevient blanc par dessiccation. Ce n'est plus alors un dépôt, mais un véritable *gel*, ressemblant par son aspect et sa couleur à celui de la bentonite dans l'eau.

L'étude de ce tableau nous montre que l'indice des vides de la poudre de quartz, sous l'influence des liquides organiques non ionisables, est toujours plus grand qu'en présence d'ions métalliques.

Les indices des vides (ε) peuvent atteindre des valeurs considérables, très supérieurs à ceux obtenus par adsorption d'ions même trivalents.

Le coefficient de gonflement maximum, que j'ai pu obtenir avec le tétrachlorure de carbone, est égal à 8,13, par conséquent presque trois fois plus élevé qu'avec le sulfate d'aluminium ([2]).

Il semble que l'action des liquides organiques sur le tassement de la poudre de quartz ne puisse admettre l'explication proposée pour l'influence des ions. Il est donc nécessaire de rechercher une autre hypothèse.

([1]) B. Brajnikov, Cl. Francis-Boeuf et V. Romanovsky, *Techniques d'Études des sédiments et des eaux qui leur sont associées*, Paris, 1943.

([2]) V. Romanovsky, *Comptes rendus*, **215**, 1942, p. 531.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Constitution de l'acide cyanhydrique et des cyanures alcalins.* Note ([1]) de M. **Henri Triché**.

1° *Rayon de l'ion* CN^- *dans l'acide cyanhydrique* ([2]). — Les parachors de l'acide cyanhydrique et de l'acide bromhydrique étant les mêmes (81,5 et 81,4) ([3]), on en déduit, puisque l'acide cyanhydrique fait partie de la famille des acides halogénés, que l'ion CN^- a le même rayon que l'ion Br^-, soit 1,96 Å.

2° *Rayon de l'ion* CN^- *dans les cyanures alcalins* ([4]). — La valeur est de 1,92 Å dans tous les cyanures alcalins. Elle est très voisine de la valeur précédente, par conséquent l'ion CN^- a la même structure dans l'acide cyanhydrique et dans les cyanures alcalins.

3° *Représentation ionique de l'ion* CN^-. — Pour l'acide cyanhydrique, la chimie organique nous indique trois formes possibles

$H-C\equiv N$	forme nitrile,
$H-N=C=$ $H-N\equiv C$	forme carbylamine,

que nous écrirons, dans la notation ionique,

$H^+C^{----}\ N^{+++}$	forme nitrile,
$H^+N^{---}\ C^{++}$ $H^+N^{-----}C^{++++}$	forme carbylamine.

a. Étude de la forme $H^+-C^{----}\equiv N^{+++}$. L'ion C^{----} a un rayon de 2,60 Å (rayon de Pauling). Le rayon de N^{+++} n'est pas connu, mais il est inférieur à 0,69 Å (rayon de As^{+++}). Le volume de l'ion CN^- formé à partir de ces deux ions est donc plus grand que celui trouvé au moyen des rayons X ou des parachors.

b. Étude de la forme $H^+-N^{---}=C^{++}$. Le rayon de l'ion N^{---} est de 1,71 Å (rayon de Pauling); en calculant le rayon de C^{++} connaissant le rayon de CN^-, on trouve 1,36 Å. Cette valeur du rayon de l'ion C^{++} est inacceptable, puisqu'elle est supérieure à celui de l'atome 0,78 Å ([5]). Par conséquent la forme isonitrile représentée par un azote trivalent négatif et un carbone bivalent positif est à rejeter.

c. Étude de la forme $H^+-N^{-----}\equiv C^{++++}$. Le rayon de l'ion N^{-----} est supérieur à 1,71 Å (rayon de l'ion N^{---} de Pauling). Le volume de l'ion C^{++++} est pratiquement négligeable devant celui de l'ion N^{-----}. On en déduit que

---

([1]) Séance du 31 janvier 1944.

([2]) *Comptes rendus*, 216, 1943, p. 737.

([3]) Pearson et Robinson, *The parachor of hydrogen bromide* (*J. Chem. Soc.*, juin 1934, p. 880).

([4]) Natta et Passerini, *Gazzetta chimica italiana*, 61, 1931, pp. 191-215.

([5]) On suppose que l'ion carbone ne pénètre pas à l'intérieur de l'ion azoté.

l'ion CN^- a un volume très voisin de celui de l'ion N^{-----} et par suite celui-ci aurait un rayon de l'ordre de 1,92 à 1,96 Å. Cette forme représente donc l'acide cyanhydrique pur et les cyanures alcalins solides. On est d'ailleurs amené à une conclusion analogue par d'autres considérations : on admet qu'il y a un équilibre entre deux isomères, mais avec prédominance de la forme HNC [6]; en particulier l'étude de l'effet Raman conduit aux mêmes conclusions. En outre Dadieu et Kolhrausch [7] et Dadieu [8], se basant sur la fréquence Raman du groupe fonctionnel des carbylamines, préfèrent leur attribuer la formule $R—N\equiv C$. Il est donc très vraisemblable que l'ion CN^-, dans les carbylamines, ait la même constitution que dans l'acide cyanhydrique et les cyanures alcalins. $CH^3—N\equiv C$, par exemple, peut en effet être représentée par $(CH^3)^+—N^{-----}\equiv C^{++++}$ [4].

Conclusion. — Le rayon de l'ion CN^- a la même valeur dans l'acide cyanhydrique et dans les cyanures alcalins. L'ion CN^- est constitué par un ion N^{-----} et un ion C^{++++}. Le rayon de l'ion N^{-----} est voisin de 1,92-1,96 Å. L'acide cyanhydrique pur est une carbylamine et il est à présumer que les carbylamines sont bien représentées par la formule générale $R^+N^{-----}C^{++++}$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Quelques réactions de dérivés naphtaléniques.* Note de MM. **Max Mousseron** et **Nguyen Phuoc Du**, présentée par M. Marcel Delépine.

Action du chlorure d'acétyle sur le dihydronaphtalène-1.4. — La cétone α-chlorée qui se forme d'abord, conduit par une déchlorhydration ultérieure avec la diméthylaniline, à une cétone éthylénique α ou β [1], $É_{15}$ 170°, et peut correspondre à la forme (I) ou (II); la semicarbazone est fusible à 185° pour toutes les fractions. L'oxydation à l'hypochlorite alcalin [2] conduit à l'acide dihydronaphtalène-1.4 carbonique-2 fondant à 159-160° [3] correspondant à la cétone (I).

—CO CH³ (I) —CO CH³ (II) —CO CH³ (III)

Action du chlorure d'acétyle sur le dihydronaphtalène-3.4. — La réaction

(6) Brun, *Traité de Chimie minérale* de Pascal, 5, p. 262; Pascal, *Les acides minéraux*, p. 107.
(7) *Ber. d. chem. Ges.*, 63, 1930, p. 1657.
(8) *Monatsh.*, 57, 1931, p. 437.

(1) J. Colonge, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 6, 1939, p. 334.
(2) A. Einhorn, *Ann. der Chem.*, 243, 1889, p. 363.
(3) E. D. Kamm, *J. Am. Chem. Soc.*, 38, 1916, p. 408.

donne une cétone éthylénique $É_{15}$ 173-175°; semicarbazone F 176°. La cétone peut avoir l'une des formes (III), (IV), (V). Par oxydation on obtient l'acide

CO CH³ CO CH³

(IV) (V)

dihydronaphtalène-3.4 carbonique-2 F 118° ([4]) correspondant à la cétone (III).

Action du malonate d'éthyle sodé sur le dibromo-2.3 dihydronaphtalène-1.4. — On suit la technique indiquée par Buu-Hoï et Cagniant ([5]); la totalité du brome étant arrachée, on n'isole aucun produit acide, le produit neutre correspondant au naphtalène F 80°.

Action du malonate d'éthyle sodé sur le dibromo-1.2 dihydronaphtalène-3.4 — Il s'est fixé un groupe malonique au noyau; après saponification et décarboxylation par chauffage, on obtient un acide dihydronaphtalène acétique F 80° non identifié. Le produit neutre (75 %) présente toutes les constantes du dihydronaphtalène-3.4. Cette régénération du dihydronaphtalène est à rapprocher de l'action du malonate d'éthyle sodé sur le dibromo-dinitrostilbène conduisant au dinitrostilbène et à l'ester éthylique de l'acide éthanetétracarbonique ([6]).

Nous avons fait réagir également le malonate d'éthyle sodé sur le dibromo-2.3 naphtane (F 84°) ([7]). On obtient avec un rendement de 75 % un produit acide correspondant vraisemblablement à l'acide (octahydronaphtène-1) yl malonique-3 F 187°.

Action du formaldéhyde sur le chlorométhyl-1 naphtalènemagnésium ([8]). — Le magnésien a été préparé par la méthode d'entraînement de Grignard ([9]). Il réagit sur le formol gazeux et sur le trioxyméthylène pour donner le naphtyl-éthylol-1 $É_{18}$ 186°, F 61°, déjà obtenu par Grignard ([10]). Par oxydation permanganique on obtient principalement l'acide naphtoïque-1 F 160°. Une très faible fraction contient un acide fondant à 176°, il s'agit probablement de l'acide méthyl-1 naphtoïque-2 provenant du méthyl-1 naphtylméthylol-2 qui s'est formé en très petite quantité par transposition ([11]). Gillmann ([12]) a obtenu avec le formol gazeux un alcool $É_6$ 167-170°, F 121°, qu'il n'a pas pu oxyder et a conclu à une réaction avec transposition.

([4]) E. D. KAMM, *ibid.*, 38, 1916, p. 427.
([5]) *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 8, 1942, p. 102.
([6]) C. A. BISCHOFF, *Ber. d. chem. Ges.*, 21, 1888, p. 2075.
([7]) H. LEROUX, *Thèse Doctorat Sc.*, Paris, 1910.
([8]) G. DARZENS, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 74.
([9]) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 625.
([10]) *Comptes rendus*, 141, 1905, p. 45.
([11]) M. TIFFENEAU et R. DELANGE, *Comptes rendus*, 137, 1903, p. 573.
([12]) *J. Am. Chem. Soc.*, 51, 1929, p. 3475.

L'anhydride carbonique donne de même une réaction normale avec le chlorométhylnaphtylmagnésium ([13]). On a ainsi un mode de préparation avantageux de l'acide naphtalène acétique.

La chlorométhyltétraline réagit sur le trioxyméthylène et sur le formol gazeux pour conduire à un alcool qui, oxydé par le permanganate, donne l'acide tétrahydronaphtoïque-2, F 153°, montrant que seule la fixation normale a eu lieu.

Déshalogénation des chlorotétralones. — La chloro-2 tétralone-1 (F 72-73°), chauffée pendant 3 heures en présence de méthylate de sodium, fournit le dihydroindène-1.2 carboxyméthyle-1, dont l'acide F 58-59° a été obtenu par Tiffeneau et Orekhoff ([13]):

$$\text{CO, CHCl} + CH^3ONa \rightarrow \text{CH—COOCH}^3 + ClNa$$

La chloro-3 tétralone-2 réagit d'une manière analogue et conduit au dihydroindène-1.2 carboxyméthyle-2, caractérisé par la dihydroindène-1.2 carbamide-2 F 117° ([14]).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réductions condensatrices.*
Note de M. **Charles Glacet**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avions supposé que la réduction par le magnésium et l'acide acétique des aldéhydes α-éthyléniques, seules ([1]), ([2]) ou en mélange ([3]), conduisait à des dérivés tétrahydrofuraniques. La présente Note a pour but de vérifier et préciser la structure de ces dérivés.

Nous avons montré que la réduction de l'acroléine ([1]) conduit à un mélange. J'ai séparé les constituants. Le peu de stabilité des hydroxytétrahydrofuranes à chaîne latérale éthylénique n'en a pas permis la séparation directe; je l'ai obtenue en acétylant le produit, puis en effectuant 10 à 15 tours de distillation. On obtient une acétine, forme A, $E_{9,2}$ 85°,5-85°,6 et une acétine, forme B, $E_{9,2}$ 87°,3-87°,5; cette dernière n'existe que pour 20 à 30 % dans le mélange initial.

L'acétine forme A conduit, par saponification, à l'α-vinyl α'-hydroxytétrahydrofurane forme A, ainsi qu'il résulte de l'hydrogénation en présence de nickel de Raney, laquelle donne l'hydroxyéthyltétrahydrofurane correspondant et, par hydrogénation plus poussée, l'hexanediol-1.4. L'acétine forme B donne,

---

([13]) *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, **27**, 1920, p. 782.
([14]) W. H. Perkin et G. Révay, *Ber. d. chem. Ges.*, **26**, 1893, p. 2253.

([1]) C. Glacet et J. Wiemann, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1233.
([2]) C. Glacet, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1323.
([3]) C. Glacet, *ibid.*, **210**, 1940, p. 479.

par saponification, l'α-vinyl α'-hydroxytétrahydrofurane forme B, puis, par hydrogénation, le dérivé saturé correspondant, et en insistant, l'hexanediol-1.4 accompagné de 15 à 20 % d'un produit plus volatil non identifié jusqu'à présent.

L'hydrogénation est assez sélective; lorsqu'on a fixé approximativement la quantité d'hydrogène nécessaire à la saturation d'une double liaison, la vitesse d'hydrogénation tombe brusquement de 40 à 1,5 cm³/minute.

Les éthylhydroxytétrahydrofuranes sont beaucoup plus stables que les dérivés vinylés dont ils proviennent; ceci est en rapport avec une vitesse d'hydrolyse plus grande pour ces derniers.

Les constantes et le spectre Raman de chaque isomère diffèrent très peu, mais, bien que la différence de leurs points d'ébullition soit faible, nous la retrouvons pour chaque dérivé; de plus l'hydrogénation des α-éthyl α'-hydroxytétrahydrofuranes conduit bien à l'hexanediol-1.4, mais, pour l'un des isomères seulement, il y a également formation d'un produit plus volatil en faible proportion. Nous pensons donc être en présence de deux stéréoisomères correspondant à la formule ci-dessous, qui comporte deux carbones asymétriques,

```
                 H²C————————CH²
                   |          |
CH²=HC\            |          |    /OH
       C                       C
    H/  *   \            /  *   \H
                  O
```

Partie expérimentale. — La réduction de l'acroléine donne lieu à la formation de 5 % environ de produits de tête distillant en deux fractions : 1° $É_{760}$ 95-97°,5; n_D^{14} 1,4079; d_4^{14} 0,836; alcool allylique accompagné d'un peu d'alcool propylique (Br^2 fixé 70 % de la quantité que fixerait l'alcool allylique). 2° $É_{760}$ 104-106°; alcool allylique avec un peu de vinyldihydrofurane, sans doute l'α-vinyl-α-β-dihydrofurane, mis en évidence par les raies 1615 et 1645 de son spectre Raman.

Il distille ensuite un mélange des α-vinyl α'-hydroxytétrahydrofuranes, stéréoisomères, obtenus avec un rendement de 25 à 30 % ; puis quelques % de produits à point d'ébullition plus élevé, dans lesquels domine le divinylglycol; il reste dans le ballon un résidu gommeux important.

L'acétylation du mélange des alcools furaniques s'effectue par l'anhydride acétique en présence de pyridine avec un rendement de 75 %.

Acétine forme A, $C^8H^{12}O^3$. — Après 6 distillations, $É_{9,2}$ 85,5-85°,6; $n_D^{13,5}$ 1,4496; $d_4^{13,5}$ 1,053; R. M., tr. 39,78, calc. 39,77; C H^3CO %, tr. 27,46; calc. 27,56.

α-vinyl-α' hydroxytétrahydrofurane forme A, $C^6H^{10}O^2$. — Par saponification à la soude de l'acétine précédente. Rdt. 70 %. $É_{10}$ 77,9-78°,1; $n_D^{13,5}$ 1,4591; $d_4^{13,5}$ 1,029; R. M., tr. 30,35; calc. 30,41.

α-éthyl α'-hydroxytétrahydrofurane, forme A, $C^6H^{12}O^2$. — Obtenu par hydrogénation en milieu alcoolique, à 18°, au moyen du nickel de Raney, du dérivé vinylé précédent. $É_{11}$ 74°,5; $n_D^{14,5}$ 1,44 22; $d_4^{14,5}$ 0,998; R. M., tr. 30,76; calc. 30,86. Mobile, incolore, se conserve bien.

Dérivé acétylé $C^8H^{14}O^3$. — $É_{10}$ 82-82°,3; n_D^{16} 1,4329; d_4^{16} 1,022; R. M., tr. 40,18; calc. 40,26; CH^3CO %, tr. 27,61; calc. 27,21.

Une hydrogénation plus poussée permet de transformer intégralement cet α-éthyl α'-hydroxytétrahydrofurane en hexanediol-1.4; $É_{13}$ 127,5-127°7.

Acétine forme B, $C^8H^{12}O^3$. — Après 13 distillations, $É_{9,2}$ 87,3-87°,5; n_D^{17} 1,4471; d_4^{17} 1,0474; R. M., tr. 39,80; calc. 39,77; CH^3CO %, tr. 27,48; calc. 27,56.

α-vinyl α'-hydroxytétrahydrofurane forme B, $C^6H^{10}O^2$. — $É_{10}$ 79,7-80°,2; $n_D^{16,5}$ 1,4581; $d_4^{16,5}$ 1,028; R. M., tr. 30,27; calc. 30,40.

α-éthyl α'-hydroxytétrahydrofurane forme B, $C^6H^{12}O^2$. — Obtenu par hydrogénation de l'alcool précédent, $É_{10}$ 76,5-77; $n_D^{15,5}$ 1,4390; $d_4^{15,5}$ 0,9976; R. M., tr. 30,7; calc. 30,86. Helfrich (4) indique $É_{11}$ 77-80°; d_4^{18} 1,004; n_D^{18} 1,4398.

Une hydrogénation plus poussée conduit à l'hexanediol-1.4, $É_{13}$ 127°,5-127°,7; accompagné de 15 à 20 % d'un produit plus volatil, $É_{68}$ 72-76°, non identifié.

Identification de l'hexanediol-1-4, $C^6H^{14}O^2$. — $É_{13}$ 127,5-127°,7. Wolgemuth (5) indique $É_{18,5}$ 134-135°. Très hygroscopique, très visqueux, ce qui gêne les mesures; $n_D^{16,3}$ 1,4530; $d_4^{16,3}$ 0,982; R. M., tr. 32,5; calc. 32,9; C % (Liebig), tr. 60,88; calc. 61,01; H %, tr. 12,02; calc. 11,86. — *Diphényluréthane*, F 71°. Wolgemuth (5) indique F 82°. N % (Liebig), tr. 7,80; calc. 7,86. — *Ester diacétique*, $É_{12}$ 120°2-120°,4; $n_D^{16,5}$ 1,4282; $d_4^{16,5}$ 1,007; R. M., tr. 51,63; calc. 51,69. Wolgemuth (5) donne $É_{14}$ 122° et R. Paul (6) $É_{14}$ 123°-124°; n_D^{13} 1,42985; d_{15}^{13} 1,011.

α-éthyltétrahydrofurane $C^6H^{12}O$. — Par déshydratation sulfurique du glycol précédent, E_{755} 107,2-107°,4; $n_D^{6,5}$ 1,4156; $d_4^{16,5}$ 0,856; R. M., tr. 29,30; calc., 29,35. Wolgemuth signale (5) $É_{770}$ 107-108°; n_D 1,41685; d_{16}^{16} 0,8609.

Dibromo-1-4-*hexane* $C^6H^{12}Br^2$. — Obtenu par action de PBr^3 sur le glycol, $É_{12}$ 98°,2-98°,4; $n_D^{15,5}$ 1,5084; $d_4^{15,3}$ 1,602; R. M., tr. 45,30, calc, 45,43. Müller et Wachs (7) notent 94-97°. La condensation du dibromo-1.4 hexane avec la paratoluène sulfamide a conduit Müller et Wachs (7) à la N-para-toluène sulfonyl-α-éthylpyrrolidine, F 76°,9 point de fusion que nous retrouvons exactement.

Malgré un désaccord avec Wolgemuth, en ce qui concerne le point de fusion de la diphényluréthane, l'identification du glycol obtenu avec l'hexanediol-1.4 semble donc bien établie.

Pour vérifier qu'il ne s'agissait pas de l'hexanediol-1.3 inconnu, et qui pourrait provenir de l'hydrogénation d'un α-vinyl β-hydroxytétrahydrofurane, j'en ait fait la synthèse en passant par son dérivé dibromé.

Dibromo-1-3 *hexane* $C^6H^{12}Br^2$. — $É_{14}$ 93-95°; n_D^{19} 1,5029; d_4^{19} 1,590; R. M., tr. 45,32, calc. 45,44. Par l'intermédiaire de la diacétine ce dibromohexane conduit à l'*hexanediol*-1.3, $C^6H^{14}O^2$, $É_{13}$ 123-123°4; n_D^{22} 1,4461; d_4^{22} 0,958; R. M., tr. 32,85; calc. 32,90; C % (Liebig), tr. 60,94; calc. 61,01; H %, tr. 12,17; calc. 11,87.

Diphényluréthane-F 99°,3 (tube). N % (Liebig), tr. 7,83; calc. 7,86. L'hydroxytétrahydrofurane que j'ai étudié ne conduit donc pas, par hydrogénation, à l'hexanediol-1.3, mais bien à l'isomère-1.4.

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence et l'orientation du graphite dans les anthracites.* Note de M. Laurent Capdecomme, présentée par M. Charles Mauguin.

Le graphite, plus ou moins orienté, a été mis en évidence dans les anthracites par les rayons X (1) et le microscope polarisant en lumière réfléchie (2). Les

(4) *Ber. d. chem. Ges.*, 52, 1919, p. 1811.
(5) *Comptes rendus*, 159, 1914, p. 82; et *Annales de Chimie*, 2, 1914, p. 428.
(6) *Bulletin Soc. Chim.*, 5e série, 6, 1939, p. 1170.
(7) *Monatsh. Chem.*, 53, 1929, p. 122.

(1) H. G. Turner et H. V. Anderson, *Ind. Eng. Chem.*, 23, 1931, pp. 811 à 815.
(2) H. Schneideröhn et P. Ramdhor, *Lehrbuch der Erzmikroskopie*, 2, 1931, pp. 636-637.

examens en lumière polarisée peuvent fournir des résultats beaucoup plus précis, comme me l'a montré l'étude d'anthracites de provenances diverses : Fresnes (Nord), Chili, Swansea, Wilhesbarre (Alleghanys), Pensylvanie.

J'ai examiné des faces brillantes obtenues par clivage schisteux, les mêmes surfaces polies mécaniquement et des sections polies quelconques. Voici les résultats essentiels :

1° Le polissage mécanique ne modifie pas sensiblement les anisotropies : *on ne saurait donc attribuer celles-ci à des causes superficielles, mécaniques ou chimiques; elles sont bien liées à la structure interne du charbon.*

2° Les sections d'anthracite ne montrent pas seulement des anisotropies locales sur des plages à contours bien définis et ayant les caractères optiques du graphite ([3]), mais encore des anisotropies d'ensemble, sur des masses parfaitement homogènes à l'échelle miscroscopique et, j'ai souvent noté une faible dispersion avec maximum d'anisotropie dans le jaune.

3° Les anisotropies ont des orientations liées à celles des compressions avec glissements qui, dans le charbon, ont provoqué la formation de clivages schisteux. A ce point de vue, elles donnent lieu aux constatations suivantes :

a. Les extinctions d'ensemble sont généralement *droites* par rapport aux traces d'un clivage schisteux important. Sur deux clivages importants qui se coupent, les extinctions sont généralement droites par rapport à l'intersection.

b. La direction privilégiée parallèle à un clivage porte toujours le pouvoir réflecteur *maximum* de la section.

c. L'intensité des anisotropies, variable sur une même section, dépend essentiellement de l'orientation de la section dans l'échantillon.

Sur quelques échantillons, les anisotropies d'ensemble atteignent 6°.

d. Sur une même section, les plus grandes anisotropies sont liées aux plus grands efforts. Exemple : Une section anisotrope d'un échantillon présente des microfailles. De part et d'autre de celles-ci, apparaît une légère variation d'anisotropie globale, mais aux extrémités des failles et, au contact d'impuretés servant d'obstacles, l'anisotropie est accrue dans des proportions considérables.

Conclusions. — La lumière polarisée met le graphite en évidence dans l'anthracite, non seulement en petits cristaux bien distincts, mais encore en éléments submicroscopiques noyés dans une masse généralement considérée comme amorphe. Ces sortes de germes ont nettement les propriétés du graphite : orientation suivant les plans de glissement du charbon, grande anisotropie avec maximum dans le jaune, extinctions droites et pouvoir réflecteur maximum suivant les traces des plans de glissement.

Sur chaque section, la direction principale présentant le pouvoir réflecteur maximum, indique une direction de glissement. Les plans d'anisotropie minima sont normaux à des directions de compression maxima. Cependant, les orien-

---

([3]) L. Capdecomme, *Bull. Soc. fr. Min.*, **66**, 1943, p. 79-104.

tation du graphite pouvant dépendre non seulement de l'intensité des compressions successives, mais encore de leur ordre dans le temps, les résultats de l'étude optique ne devront être utilisés que très prudemment pour établir l'histoire des actions mécaniques subies par l'anthracite.

Les causes précises de formation du graphite dans le charbon nous échappent, mais j'ai plusieurs fois noté que les cristallites définies étaient groupées en feuillets parallèles normaux à des directions de compression maxima. La formation du graphite suivie de son orientation semble avoir été déclenchée par les glissements suivant ces plans. Dans d'autres cas, plus rares, les cristallites sont massées en feuillets plans obliques par rapport à un clivage schisteux important; elles présentent alors des extinctions décrites par rapport à ce clivage certainement postérieur aux feuillets.

Sur les plages anisotropes homogènes, l'éclat maximum entre polariseurs croisés est évidemment influencé par la proportion de graphite dans le charbon. L'hypothèse la plus simple est que, pour une orientation donnée, l'éclat est proportionnel à la teneur en graphite. Il serait logique d'envisager l'application des mesures photométriques à la détermination du taux de graphitisation des anthracites préalablement broyés puis agglomérés de façon définie pour éliminer les effets des orientations dans les échantillons naturels.

GÉOLOGIE. — *Le rôle des décrochements dans la tectonique du Diois.* Note de M. **Jean Goguel**, présentée par M. Charles Jacob.

La tectonique de la partie méridionale de la Drôme présente une série de caractères particuliers qui confèrent à cette région une place à part dans le faisceau des chaînes subalpines, que soulignent déjà les contours géologiques des Feuilles de Die et du Buis au 80000, magistralement relevés naguère par Victor Paquier.

Entre les masses rigides de calcaire urgonien qui constituent, au Nord, le plateau du Vercors, plissé dans le sens Nord-Sud, et au Sud, la crête Ventoux-Lure, la fosse vocontienne comporte une série sédimentaire de faciès plus profond, essentiellement marneuse, au milieu de laquelle le Tithonique représente le seul niveau de calcaire résistant.

Comme dans les chaînes subalpines septentrionales, mais à l'inverse de ce qui se passe au Sud-Est, la dysharmonie qui a permis le plissement est due aux marnes oxfordiennes, et la série supra-oxfordienne participe seule aux plis visibles.

Au lieu de s'aligner parallèlement, ces plis dessinent une sorte de quadrillage; la majorité d'entre eux sont dirigés d'Est en Ouest, mais ils sont recoupés, suivant trois alignements principaux, par des anticlinaux nord-sud. Les synclinaux se trouvent ainsi découpés en une série de bassins où les couches sont horizontales sur une largeur très supérieure à celle des anticlinaux. Ceux-ci sont généralement aigus et, lorsqu'ils sont rompus, se déversent aussi bien

dans un sens que dans l'autre. Vers le Sud (Baronnies), les anticlinaux grossièrement E-W se raccordent obliquement en délimitant des cuvettes elliptiques.

L'étude de détail d'un certain nombre de failles nous a montré que les accidents subméridiens sont en réalité des décrochements, c'est-à-dire que les panneaux qu'ils séparent se sont déplacés l'un par rapport à l'autre, parallèlement à l'accident. Dans tous les cas, c'est la lèvre orientale qui s'est déplacée vers le Sud.

A l'Est, une faille nord-sud, qui va du Col Grimone au Col de Cabre, constitue le flanc occidental d'un anticlinal de même direction. Les plis qu'elle coupe ne se correspondent nullement à l'Est et à l'Ouest; il a donc dû y avoir déplacement relatif au moment des plissements.

Suivant l'axe de l'anticlinal nord-sud le plus important, situé au sud de Die, le décrochement affecte déjà l'extrémité du plateau urgonien de Vercors. Il s'y traduit par une faille accompagnée de broyages importants (plaine de la Cléry), bien que le rejet apparent vertical soit insignifiant. Au-dessus de Die, cet accident se prolonge par une série de lambeaux urgoniens redressés (aiguille de Die), pincés au milieu des marnes néocomiennes. Le décrochement est encore visible à la traversée de la corniche tithonique, puis il se perd dans les marnes oxfordiennes.

Plus au Sud, du village de Jonchères au Col de la Motte, une faille verticale Nord-Sud amène le Berriasien (à l'Est) au contact des marnes oxfordiennes. Immédiatement au sud de Jonchères, la faille est très visible, et comporte plusieurs mètres de calcaires broyés, avec des cannelures horizontales ou légèrement inclinées vers le Sud. Il s'agit donc bien encore d'une faille de décrochement.

Enfin, à l'est de la Motte-Chalancon, la Montagne d'Oule est formée par un synclinal de Crétacé supérieur, sur lequel est renversé le Tithonique du flanc méridional. Ce synclinal est coupé brusquement par une faille verticale, qui passe au village de Rottier, et se dirige de là vers le Sud-Ouest. Au delà de cette faille, on ne trouve que des marnes oxfordiennes sans trace de plissement. Le pli a donc, dès sa formation, été limité par la faille d'Oule, qui marque la suite du décrochement étudié précédemment.

Plus à l'Ouest, c'est une interprétation analogue qui rend le mieux compte du troisième alignement d'accidents nord-sud. L'anticlinal qui prend naissance près de Vercheny, sur la Drôme, est faillé à l'Est, et séparé au Sud par une région très disloquée (Rochefourchat) de l'anticlinal de Couspeau, également faillé. Plus au Sud, le prolongement du décrochement est constitué par un système de failles, qui limitent le gros anticlinal de la montagne d'Angèle. Près du défilé de Trente-Pas, l'extrémité du synclinal néo-crétacé de Dieulefit est décalée de 2^{km} vers le Sud. L'anticlinal de Condorcet, qui se termine assez brusquement au sud de l'Eygues, se raccorde avec l'extrémité de l'anticlinal du Buis, 5^{km} plus au Sud, par une étroite bande de marnes oxfordiennes, pincée entre différents termes du Crétacé, et que l'on doit considérer comme la trace d'un décrochement.

Ceci permet d'interpréter le quadrillage du Diois, dont les éléments méridiens sont des décrochements, qui limitent successivement les plis Est-Ouest. On s'explique ainsi pourquoi ces plis ne se prolongent pas en direction du Rhône, et comment la déviation locale, par rapport à l'ensemble de la chaîne alpine, dont témoignent leur direction, a été possible. Quant à la cause de cette déviation, on peut peut-être la chercher dans la préexistence de plis embryonnaires Est-Ouest, parallèles à ceux de la Provence, et datant de la même époque.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Céphalopodes des couches à Poissons du Crétacé supérieur du Liban.* Note de M. **Jean Roger**, présentée par M. Charles Jacob.

Si les Poissons des gisements classiques du Liban (Hakel, Maifouk et Hadjoula pour le Cénomanien, Sahel-Alma pour le Sénonien) ont été relativement étudiés, il n'en est pas de même pour les Invertébrés. Quelques espèces en ont été décrites, souvent sommairement, mais sans vue d'ensemble. En classant le matériel rapporté du Liban par M. C. Arambourg, j'ai pu apprécier la richesse en Invertébrés, et particulièrement en Céphalopodes, de ces calcaires fins, se délitant plus ou moins aisément en plaquettes. Grâce à MM. J. Piveteau et J. Viret, il m'a été possible d'étudier aussi des échantillons de l'École supérieure des Mines et du Muséum de Lyon.

Les Tétrabranchiaux sont représentés par 7 à 8 moules internes, écrasés et incomplets, d'un *Nautilus* sp., que Fraas (1) nommait *Ammonites Traskii* Gabb. Noetling (2) a soupçonné qu'il s'agissait d'un Nautile, ce qui est démontré par la trouvaille d'un *bec* en place sur un de mes échantillons.

Les Ammonoidés sont très rares; ils ne figurent, de Sahel-Alma, que 7 à 8 moules internes ou externes, incomplets, d'une Ammonite que Fraas (3) nommait *cultratus* d'Orb., mais à rapporter à *Munericeras blanfordianus* (Stol.), détermination que Blanckenhorn et Diener avançaient avec un point d'interrogation (4).

L'intérêt du gisement réside essentiellement dans les Dibranchiaux.

L'ordre des Décapodes est le plus abondamment représenté. J'ai précédemment décrit (5), sous le nom de *Belemnoteuthis syriaca* n. sp., une grande forme de *Belemnoidea* à coquille régressée, provenant du Cénomanien de Hadjoula. Quelques fragments du calcaire de Maifouk peuvent sans doute être attribués à des rostres de cette espèce.

Dans le groupe des *Teuthoïdea* (Décapodes à allure de Calmars), la division des *Prototeuthoidea* est représentée par *Leptoteuthis syriaca* (Woodward) et *Geoteuthis sahel-almæ* (Fraas MS). La première espèce, signalée à Hakel, mais surtout abondante à Sahel-Alma, avait été décrite sous les noms de *Dorateuthis syriaca* et *Plesioteuthis Fraasi* par Woodward (6). La synonymie que j'adopte fut proposée par Naef (7) et se trouve basée sur l'examen de 7 empreintes en bon état, me permettant de reconstituer une *plume* très comparable à celle de *Leptoteuthis gigas* v. Meyer du calcaire de Solnhofen. *Geoteuthis sahel-almæ* n'était connue que par un seul exemplaire du Musée de Stuttgart (8). L'échantillon que je possède montre nettement les bords de l'alvéole s'étendant largement vers l'avant dorsalement; ce caractère me permet de la rattacher au genre *Geoteuthis*.

---

(1) *Orient*, 2, 1870, p. 353, pl. VI, fig. 4.

(2) *Zeits. d. d. geol. Gesel.*, 1926, p. 846.

(3) *Loc. cit.*, p. 353.

(4) D'après les échantillons que j'ai observés, il ne me paraît y avoir de doute que cette espèce du Sénonien du Sud de l'Inde existe à Sahel-Alma.

(5) J. Roger, *Acanthoteuthis* (*Belemnoteuthis*) *syriaca*, n. sp., Céphalopode Dibranche du Crétacé supérieur de Syrie (à l'impression dans le *Bull. de la Soc. Géol.*).

(6) *Geol. Magaz.*, Dec. 2, x, 1883, p. 1, pl. I; *Quarterly Journ.*, 52, 1896, p. 229, fig.

(7) *Die Fossilien Tintenfische*, 1922, p. 135.

(8) Naef, *loc. cit.*, p. 134, fig. 49 *c*.

La division des *Mesoteuthoidea* est également représentée par deux espèces : *Trachyteuthis libanotica* (Fraas) et *Palæololigo libanotica* (Naef). La première est signalée de Hakel et de Sahel-Alma. J'en possède deux exemplaires de cette dernière localité. Le genre voisin *Glyphiteuthis* Reuss se trouve dans le Crétacé supérieur de Bohême ([9]). Les deux exemplaires représentant *Palæololigo libanotica* me montrent clairement un prolongement assez important de leur *plume* vers l'avant, ce qui m'autorise à les placer dans le genre *Palæololigo* ([10]). Dans divers niveaux du Crétacé d'Amérique du Nord, il existe d'ailleurs des genres proches, *Ptiloteuthis* Gabb, *Phylloteuthis* Meek et Hayden et *Tusoteuthis* Logan.

Le calcaire de Sahel-Alma a livré l'ancêtre des OCTOPODES, *Palæoctopus newboldi* (Sow.). Jusqu'ici un seul exemplaire de cette importante espèce avait été décrit. J'ai pu en retrouver deux autres. Il s'agit d'un Céphalopode octopode avec coquille interne encore importante et possédant des nageoires. Sa signification au point de vue de la phylogénie des Octopodes fera l'objet d'une publication ultérieure.

Du Crétacé en général on ne connaît que très peu de gisements ayant fourni des Céphalopodes, en dehors des Nautiles, des Ammonites et des Bélemnites. Les localités signalées ne donnent le plus souvent qu'un nombre très restreint d'espèces et d'individus. Seul le Crétacé supérieur de Bohême ferait exception ([11]). Cependant cette dernière région est beaucoup moins riche que le Liban en Céphalopodes et n'offre avec lui que peu de rapports. Il convient de souligner le caractère mixte de la faune de Céphalopodes des calcaires à Poissons. Les formes indifférentes, comme les Nautiles, mises à part, nous y trouvons des groupes archaïques en train de s'éteindre, réunis à des formes au contraire ancestrales. Dans la première catégorie, signalons tout d'abord les *Belemnoteuthidæ* que l'on considérait comme se terminant dans le Jurassique supérieur. Les *Geoteuthidæ* connaissent leur maximum au Lias et n'avaient qu'un seul représentant dans le Jurassique supérieur. Les *Leptoteuthidæ* et surtout les *Trachyteuthis* et *Palæololigo* ont à un moindre degré cette signification de formes archaïques. *Palæoctopus* a par contre la signification d'une forme composite, d'où dérive tout l'ordre des Octopodes.

L'association d'éléments archaïques et de formes plus modernes se retrouve d'ailleurs dans la faune de Crustacés des mêmes gisements libanais ([12]).

PHYSIOLOGIE. — *Le rôle de l'association* adrénaline + vitamine C *et les manifestations de l'avitaminose* C. Note de M. **PHILIPPE JOYET-LAVERGNE.**

Nous avons montré que, grâce à l'intervention de l'adrénaline, il est possible d'obtenir l'utilisation de la vitamine C pour augmenter le rythme des oxydations

([9]) FRITSCH, *Misc. Palaeont.*, 2, 1910, p. 13.

([10]) NAEF, *Beloteuthis libanotica* (*loc. cit.*), 1922, p. 146, fig. 54 *b*.

([11]) FRITSCH, *Misc. Palæont.*, 2, 1910.

([12]) J. ROGER. *Eryoneicus sahel-almæ*, n. sp., *Crustacé Décapode du Sénonien du Liban*. A l'impression dans le *Bull. du Muséum*. L'examen de l'ensemble de la faune carcinologique fera l'objet d'un travail ultérieur.

dans divers types de cellules (1). Pour savoir dans quelle mesure l'association *adrénaline + vitamine* C intervient dans la respiration, nous avons étudié d'autres types de tissus, en précisant, pour chacun d'eux, 1° le rôle de l'adrénaline, 2° le rôle de l'acide ascorbique, 3° le rôle de l'association *adrénaline + acide ascorbique*.

Un fragment microscopique de tissu vivant est partagé en 4 parties égales. Chacune de ces parties est placée dans une goutte de l'une des quatre solutions suivantes : 1° liquide de Ringer; 2° Ringer contenant 1/2000 d'adrénaline; 3° Ringer contenant 1/10000 d'acide ascorbique; 4° Ringer contenant 1/2000 d'adrénaline. Après un séjour de huit minutes, on ajoute une goutte d'eau à chacune des trois premières préparations et une goutte de solution d'acide ascorbique à 1/5000 à la quatrième. Dix minutes après on ajoute, à chacune des quatre préparations, la même quantité d'un leucodérivé et l'on suit la réoxydation du leucodérivé ayant pénétré dans les cellules, pour apprécier le pouvoir d'oxydation intracellulaire. La comparaison des préparations 1 et 2 permet de constater l'action de l'adrénaline, la comparaison des préparations 1 et 3 donne l'action de la vitamine C, la comparaison de la préparation 4 avec les diverses autres permet d'apprécier l'action de l'association *adrénaline + vitamine* C.

Le muscle de la pince de Crabe est étudié avec les leucodérivés des substances suivantes : phénosafranine, rouge neutre, bleu de crésyl et thionine. Chacun des 7 Crabes étudiés est examiné avec deux ou plusieurs leucodérivés. Six individus donnent des résultats semblables : l'adrénaline, d'une part, l'acide ascorbique, d'autre part, n'ont aucune action sur les oxydations, mais, dans chaque cas, l'association *adrénaline + vitamine* C augmente nettement le pouvoir d'oxydation des cellules. Pour le septième individu, l'adrénaline a une action nulle, l'acide ascorbique donne une stimulation nette des oxydations; l'association *adrénaline + vitamine* C a, alors, le même effet que l'acide ascorbique seul.

Divers organes de Triton sont étudiés avec les leucodérivés des substances suivantes : bleu de crésyl, bleu de Nil, phénosafranine, rouge neutre. Deux individus, ayant subi une alimentation normale, donnent les résultats suivants pour les trois types de tissus étudiés; cellules musculaires de la queue, cellules de l'encéphale et cellules du muscle cardiaque : l'adrénaline augmente nettement le pouvoir oxydant des cellules; l'acide ascorbique n'a aucune action; l'association *adrénaline + acide ascorbique* se comporte comme l'adrénaline. Chez un individu ayant subi 5 jours de jeûne, les tissus suivants ont été examinés : cellules de l'intestin, cellules hépatiques, cellules de l'encéphale. La présence de l'adrénaline augmente faiblement le pouvoir d'oxydation pour les deux premiers tissus, son action est nulle sur les cellules nerveuses. L'acide ascorbique n'a aucune action. Dans tous les cas l'association

(1) Ph. Joyet-Lavergne, *Comptes rendus*, 217, 1943, p. 327.

adrénaline + acide ascorbique produit une stimulation nette du pouvoir d'oxydation.

Les tissus des Oiseaux ont été étudiés avec le leucodérivé du bleu de crésyl et le leucodérivé de la phénosafranine. Chez un jeune Coq, l'adrénaline augmente faiblement le pouvoir oxydant des cellules de l'encéphale, son action est nulle sur les cellules musculaires de l'aile; l'acide ascorbique stimule nettement l'oxydation dans les deux cas; l'association *adrénaline + acide ascorbique* a le même effet que l'acide ascorbique seul. Sur le tissu musculaire de l'aile et sur les cellules de l'encéphale, chez la Pintade, l'adrénaline augmente le pouvoir oxydant, l'acide ascorbique est sans action, l'association *adrénaline + acide ascorbique* a une action de stimulation nettement supérieure à celle de l'adrénaline.

En résumé l'adrénaline agissant seule, l'acide ascorbique agissant seul présentent des actions qui sont variables suivant les tissus et suivant les individus, tandis que, dans tous les cas, l'association *adrénaline + acide ascorbique* augmente le pouvoir oxydant intracellulaire. Cette stimulation est, dans la plupart des cas, supérieure à celle de chacun des catalyseurs agissant séparément. Elle existe même si aucun des deux catalyseurs ne présente d'action nette. Si, toutefois, l'un des catalyseurs a une action particulièrement intense, son action n'est pas renforcée d'une façon visible par l'adjonction de l'autre. En rapprochant ces résultats de ceux décrits antérieurement ([1]), on arrive à cette conclusion : *L'adrénaline et la vitamine C agissent en collaboration; leur association constitue un des chaînons des catalyses d'oxydation de la cellule vivante. Chacun des deux catalyseurs ne donne son maximum d'action que si la cellule est pourvue d'une quantité suffisante de l'autre.*

Il existe deux manifestations de l'avitaminose C, la très forte diminution de l'action du sympathique ([2]) et l'hyperadrénalinogenèse ([3]) dont l'interprétation paraît relever des conclusions ci-dessus. La diminution de l'action du sympathique est la conséquence d'un affaiblissement de l'activité de l'adrénaline par suite de l'absence de son collaborateur, la vitamine C. L'hyperadrénalinogenèse qui se manifeste alors semble être due à une réaction de compensation de l'organisme. Inversement, si l'administration prolongée de doses massives de vitamine C augmente la sensibilité d'un organisme à l'action de l'adrénaline ([4]), c'est parce que l'abondance de vitamine C place l'hormone dans des conditions favorables à son maximum d'action.

Les hormones et les vitamines sont des agents importants de la vie cellulaire ([5]), les résultats apportés ci-dessus font apparaître un des aspects des rapports qui existent entre ces deux sortes de catalyseurs.

([2]) J. Lopez-Lomba, *Thèses de Science*, Paris, 1923.

([3]) A. Giroud et M. Martinet, *Bull. Soc. Chim. biol.*, **23**, 1941, p. 456.

([4]) St. Molnar und J. Fridrich, *Klin. Woch.*, **20**, 1941, p. 1079.

([5]) Ph. Joyet-Lavergne, *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 1130; **210**, 1940, p. 259; **212**,

ENDOCRINOLOGIE. — *L'action de la glande du sinus sur l'ovaire chez la Crevette* Leander. Note de M. **Jean Panouse**, présentée par M. Charles Pérez.

J'ai pu montrer, dans une précédente Note, que l'ablation du pédoncule oculaire amenait, chez *Leander serratus*, un accroissement rapide de l'ovaire des Crevettes ainsi aveuglées. J'émettais alors l'hypothèse d'une intervention de la glande du sinus dans ce phénomène. Les expériences suivantes m'ont apporté la confirmation de cette manière de voir.

Les conditions de milieu ayant changé depuis la première série d'expériences (en particulier, la température de l'eau est tombée à 6-8°C.), il a été nécessaire de déterminer deux courbes témoins grâce aux animaux des lots N (normaux) et A (aveugles par ablation du pédoncule oculaire). Ces courbes ont sensiblement la même allure que celles données dans la Note précédente, mais leur pente est moins forte.

Les Crevettes du lot G sont aveuglées comme celles du lot A, mais elles reçoivent un implant abdominal de glande du sinus. Celle-ci est prélevée sur un pédoncule oculaire excisé et disséqué, puis introduite dans la musculature abdominale, à travers une boutonnière pratiquée dans le tégument. Il n'y a pas greffe véritable, mais seulement opothérapie et il est nécessaire de recommencer l'implantation tous les huit jours environ. L'effet des implants est extrêmement net : les points obtenus définissent la courbe G qui traduit un accroissement à peu près nul et, en tous cas, nettement inférieur à celui des ovaires normaux (courbe N). La glande du sinus doit donc être considérée comme la source d'une substance qui bloque le développement de l'ovaire.

C'est également la conclusion que l'on peut tirer d'une autre expérience (courbe O) : la glande fut excisée grâce à une opération chirurgicale sur l'œil intact de Crevettes préalablement éborgnées. Les résultats sont moins nets car l'opération très délicate, comporte un certain nombre d'insuccès. Cependant la courbe O, qui tient compte de tous les points, est intermédiaire entre les courbes N et A, mais plus proche de cette dernière. D'ailleurs les points individuels se répartissent assez exactement sur la courbe N (opérations non réussies) ou sur la courbe A (opérations réussies). Comme même lorsque l'opération est manquée, la plus grande partie de la glande a été enlevée, il semble que, comme chez les Vertébrés, la présence d'un fragment d'organe suffise à assurer l'intégrité de la fonction.

Enfin, dans un troisième lot de Crevettes dont les yeux furent vernis, les ovaires eurent une croissance normale (courbe V confondue pratiquement avec N). Comme ces animaux possèdent des chromatophores étalés, on peut

---

1941, p. 726; **213**, 1941, p. 406; **214**, 1942, p. 685; **215**, 1942, pp. 306 et 384; *C. R. Soc. Biol.*, **129**, 1938, p. 916; **130**, 1939, pp. 962 et 1166; **131**, 1939, p. 177; **134**, 1940, pp. 25 et 338.

conclure que l'hormone sexuelle diffère de l'hormone chromactive, puisqu'elle continue à être sécrétée alors que la seconde n'est plus déversée dans le sang.

Au sujet des expériences d'implantation dans les aveugles, je dois encore

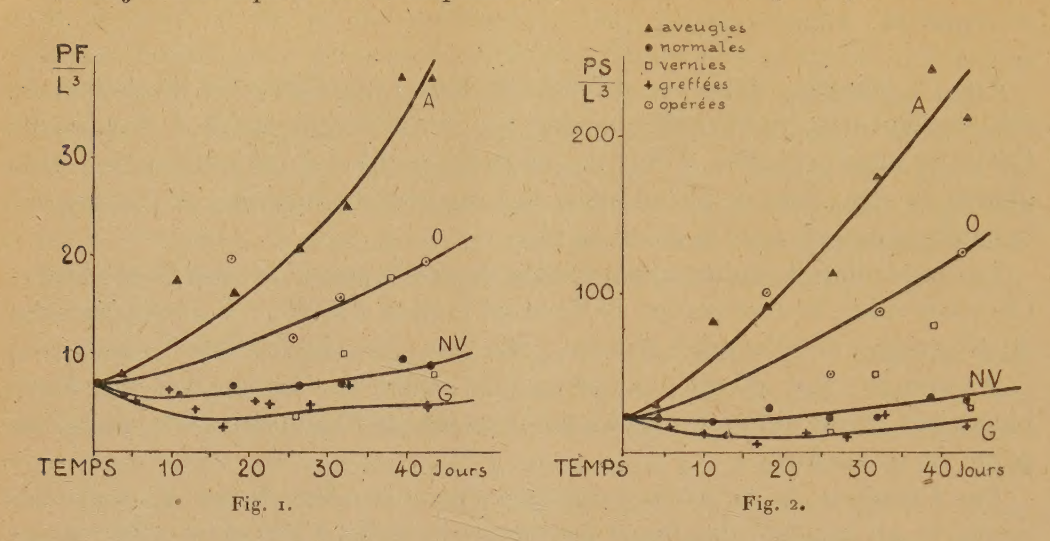


Fig. 1. Fig. 2.

signaler que les glandes extraites de pédoncules oculaires de crevettes mâles sont aussi actives sur le développement de l'ovaire que celles provenant de femelles. En outre, cette inhibition semble pouvoir se produire à n'importe quel stade car une grande femelle dont l'ovaire occupait déjà tout le céphalothorax lors de la première implantation, n'a pondu qu'au bout de 47 jours, soit 40 jours après les témoins.

Les expériences que je viens de signaler apportent la preuve que la glande du sinus constitue bien un organe endocrine à activité sexuelle. Cependant la maturation de l'ovaire peut ne constituer que le phénomène le plus apparent d'une augmentation générale de la vitesse de croissance des organes et cela pourrait alors expliquer la fréquence accrue de la mue après ablation des pédoncules oculaires. Des recherches en cours nous permettront peut-être d'élucider ce problème et de préciser le mécanisme d'action de l'hormone sur l'ovaire.

RADIOBIOLOGIE. — *Étude expérimentale de la loi de réciprocité dans l'effet biologique primaire des radiations.* Note de M. **Raymond Latarjet**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Pour élucider certaines questions relatives à l'effet primaire des radiations, j'ai recherché si le *temps* influence différemment des phénomènes proches les uns des autres, mais consécutifs à des nombres d'impacts n différents. Il importe de prendre pour test des effets biologiques non réversibles, afin que des réparations tardives ne viennent pas masquer ce qui se rapporte à l'effet primaire. J'ai choisi : 1° l'arrêt de la multiplication du Bacille paradysentérique Y 6 R soumis à des rayons X ($n = 1$) et U. V. ($n = 5$);

2° la mort différée de la levure *S. ellipsoïdeus* soumise aux mêmes rayonnements ($n=2$ et $n=10$). La technique bactériologique, les déterminations des nombres n et des taux N/N_0 des individus irradiés non lésés ont été déjà décrites (¹).

Une variation de N/N_0 dans une série de préparations identiques soumises à la même dose ($d = i.t$) en des temps différents, traduirait un écart vis-à-vis de la réciprocité. Un écart éventuel est d'autant mieux mis en évidence que l'intervalle parcouru des intensités et des temps est plus grand. Grâce à des sources puissantes et à une grande stabilité des préparations mises en milieux appropriés et maintenues pendant les poses à une température inférieure à 10° (²), j'ai pu étendre cet intervalle jusqu'à 5400. Chaque expérience a été répétée un certain nombre de fois. Au total, les numérations ont porté sur 125000 colonies, pour le Bacille, et sur 36000 colonies et individus, pour la Levure. L'écart standard de probabilité sur N/N_0 a été ainsi réduit à environ 1 % ; l'erreur provenant du dosage (dose définie à 1 % près) était du même ordre. Voici la moyenne des résultats.

Bacille dysentérique Y6R. — *Levure* S. ellipsoïdeus.

Rayons X.

I. λ 0,71 Å ($n=1$) dose 4000 r.

t secondes.	i r/minute.	i relative.	N/N_0 %.
2880...	83,4	1	54,1
110...	2180	18,4	55,3
6...	40000	480	53,1

III. λ 1,54 Å ($n=2$) dose 8000 r.

t secondes.	i r/minute.	i relative.	N/N_0 %.
3480...	135	1	61,1
102...	4600	34,1	59,2
3...	157000	1160	60,0

Rayons U. V. (^{a}) λ 2537 Å.

II. ($n=5$) dose 225 ergs/mm².

t secondes.	i ergs/mm²/s.	i relative.	N/N_0 %.
2700...	0,08	1	49,6
315...	0,71	8,6	50,0*
270...	0,83	10	50,0
87...	2,6	31	50,7*
27...	8,3	100	47,0
4,7.	48	574	46,4*
2,7.	83	1000	46,5
0,5.	450	5400	47,1*

IV. ($n=10$) dose 700 ergs/mm².

t secondes.	i ergs/mm²/s.	i relative.	N/N_0 %.
2500...	0,28	1	51,4
315...	2,24	8	51,3*
250...	2,80	10	51,5
87...	8,05	28,7	51,0*
25...	28	100	51,6
4,7.	149	532	52,8*
0,5.	1400	5000	49,8*

(^{a}) Deux sources U. V. ont été utilisées : radiation 2537 Å d'une lampe Gallois à basse pression, et rayonnement total d'un brûleur Biosol dont j'avais préalablement déterminé la distribution spectrale énergétique. Grâce à la connaissance des coefficients d'efficacité monochromatique, l'activité de chaque radiation de ce rayonnement complexe peut être rapportée à celle de la radiation 2537 Å sous l'intensité indiquée. Les irradiations faites avec le Biosol sont marquées d'une astérisque.

(¹) R. LATARJET, *Ann. Inst. Pasteur*, 69, 1943, p. 205; 70, 1944 (sous presse).

(²) La plupart des expériences ont été effectuées au cours des trois derniers hivers, dans une pièce aérée.

Dans les quatre expériences la réciprocité est satisfaite. Dans l'expérience II seulement, on peut trouver une faible variation ondulante dans le genre de celle que Sievert et Forssberg ont publiée (3). Mais son absence dans l'expérience IV porte à l'attribuer à des causes expérimentales. On ne constate pas, en particulier, la baisse d'efficacité paradoxale signalée pour les très fortes intensités (4) et qui semble exister dans l'effet photographique (5).

A la suite de Lea (6), les auteurs prévoient généralement la réciprocité dans les cas où $n=1$, phénomène primaire de tout ou rien, et des écarts possibles dans les cas où $n>1$, l'effet primaire exigeant une sommation d'effets partiels qui peuvent être réparables. L'expérience I confirme cette prévision pour $n=1$, en accord avec ce qui a été observé sur les mutations de la Drosophile (7) et sur l'inactivation d'un bactériophage (8). En revanche les expériences II, III, IV montrent qu'ici les effets partiels des impacts ne se réparent pas (9). Or, étant donnée la durée très brève des excitations, s'il s'agissait d'une sommation d'excitations jusqu'à un certain niveau seuil de l'effet primaire, l'influence du facteur temps serait manifeste. *Ce ne sont donc pas les excitations qui s'additionnent, mais les réactions photochimiques qu'elles entraînent. Il y a réciprocité ou écart suivant que ces réactions sont définitives ou non.* Dans les cas présents, où l'action intéresse la chromatine, ces premières lésions semblent irréparables. Inversement, les écarts fréquemment observés doivent être attribués à des *réparations biologiques* intéressant des phases postérieures au processus physique d'absorption du rayonnement.

Ces considérations appliquées aux expériences III et IV montrent enfin qu'un quantum aussi faible que 4 à 5 eV entraîne une réaction photochimique dans la zone sensible nucléaire. Ce fait limite le nombre des réactions plausibles et permet de prévoir, pour certains objets, des courbes de lésions exponentielles avec les rayons U. V.

La séance est levée à $16^h 15^m$.

L. B.

---

(3) *Acta Radiologica*, 12, 1931, p. 593.

(4) R. Sievert et A. Forssberg, *Acta Radiologica*, 17, 1936, p. 290.

(5) C. H. Evans et E. Hirschlaff, *J. Opt. Soc. Amer.*, 29, 1939, p. 164.

(6) *Brit. J. Rad.*, 11, 1938, p. 489.

(7) T. W. Timofeeff-Ressovski, *Mécanisme des mutations*, Paris, 1939.

(8) R. Latarjet, *Ann. Inst. Pasteur*, 68, 1942, p. 561.

(9) Même observation dans l'action des rayons X sur l'œuf de Drosophile (H. Langendorff et K. Sommermeyer, *Strahlentherapie*, 67, 1940, p. 120).